



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE FI DE CARRERA

TÍTOL: CÁLCULO DE UNA NAVE INDUSTRIAL Y DE LA
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE SILOS PARA MEJORAR LA
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE LIMPIEZA DEL HOGAR

AUTOR: VÍCTOR ENCINAS CAZORLA

TITULACIÓ: INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL, ESPECIALIDAD
MECÁNICA

DIRECTOR: VICTÒRIA ISMAEL BIOSCA

DEPARTAMENT: RESISTENCIA DE MATERIALES I ESTRUCTURAS A LA
INGENIERIA

DATA: JUNIO 2010

TÍTOL: CÁLCULO DE UNA NAVE INDUSTRIAL Y DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE SILOS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE LIMPIEZA DEL HOGAR

COGNOMS: ENCINAS CAZORLA

NOM: VÍCTOR

TITULACIÓ: INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL

ESPECIALITAT: MECÁNICA

PLA: 95

DIRECTOR: VICTORIA ISMAEL BIOSCA

DEPARTAMENT: ESTRUCTURAS

QUALIFICACIÓ DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

JORDI SEGALAS CORAL

MARTA MUSTE RODRIGUEZ

JUAN ANDREU RICART

DATA DE LECTURA: 06 – 07- 2010

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: ☐ Sí ☐ No

PROJECTE FI DE CARRERA

RESUM (màxim 50 línies)

Este proyecto surge ante la necesidad que tiene una empresa que fabrica productos de limpieza para el hogar de diversificar su portafolio de formatos de venta, pasando de un formato de venta, que tiene en la actualidad, a tres formatos de venta, debido a que la competencia está siendo cada vez más agresiva en el mercado y cada año pierde cuota de ventas.

La empresa tiene una sección interna de soplado donde se producen todas las botellas de plástico que necesitan y éstas se envían directamente a envasado.

En el proyecto detallaremos el proceso actual de fabricación de la empresa, desde la sección de soplado a la sección de envasado.

Después veremos el Plan de Marketing y en base a las necesidades que nos surjan estudiaremos el nuevo sistema de producción de envases, distribuyendo las sopladoras por formatos en función de las cantidades necesarias.

El objetivo principal del proyecto es no incrementar los costes de producción y esto implica que la sección de envasado no tiene que perder eficiencias y seguir envasando a las mismas velocidades que en la actualidad.

Con la nueva distribución de las sopladoras para la fabricación de botellas ya no podremos seguir enviando directamente las botellas desde soplado a envasado y esto nos obligará a tener que almacenar las botellas en silos, para después enviarlas a envasado. Por éste motivo tendremos que construir una nave externa para albergar unos silos para el almacenaje de las botellas.

En el proyecto nos centraremos en la estructura de la nave externa y la estructura de los silos y en el cumplimiento de toda la normativa que la instalación debe de cumplir de protección contra incendios.

Palabras claves (Máximo 10):

Contar incendios	Cype	Marketing	Silo
------------------	------	-----------	------

Tolva	Cubierta	Seguridad	Estructura
Panel sándwich	Pilar		

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	10
1.1.	Objetivos.....	10
1.2.	Alcance del proyecto.....	11
2.	ANTECEDENTES	12
2.1.	Evolución del mercado.....	12
2.2.	Situación actual de la empresa en el mercado.....	13
2.3.	Emplazamiento de la fábrica.....	15
2.4.	Actividad industrial actual.....	18
2.5.	Diseño de la fábrica	22
2.6.	Plano general de la fábrica.	26
2.7.	Sección de Inyección y Soplado	27
2.7.1.	Inyección.....	28
2.7.1.1.	Características técnicas de la producción de tapones	29
2.7.1.2.	Características de los tapones	29
2.7.1.3.	Producción anual de tapones	30
2.7.2.	Soplado.....	31
2.7.2.1.	Características técnicas de la producción de botellas.....	32
2.7.2.2.	Características de la botella	33
2.8.	Sistema actual de envío de envases de soplado a envasado	34
2.9.	Sección de Envasado	35
2.9.1.	Partes de una línea	36
2.9.2.	Distribución del personal en la línea.....	41
2.10.	Instalaciones auxiliares	42
2.10.1.	Molinos	43
2.10.2.	Frío	43
2.10.3.	Aire	44
2.10.4.	Torres de Agua	44
3.	PLAN DE MARKETING	45
3.1.	Previsiones de venta.....	45
3.1.1.	Previsión de ventas para el año 2010	46
3.1.2.	Previsión de ventas para el año 2011	47
3.1.3.	Distribución geográfica de la previsión de ventas del año 2011	48
3.2.	Nueva estrategia de ventas para el año 2011.....	49
4.	NUEVA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN.....	52
4.1.	Características de las botellas	52
4.2.	Nuevo diseño de soplado	52
4.3.	Nuevo diseño de envío de envases desde soplado a envasado	53
4.3.1.	Sistema de envío de botellas de soplado a envasado por silo.....	55
5.	MEMORIA CONSTRUCTIVA DE LA NAVE.....	57
5.1.	Movimiento de tierras.....	57
5.2.	Estudio geotécnico	58
5.3.	Cimentación.....	58
5.3.1.	Cimentación de los pilares	59
5.3.2.	Vigas de atado	61
5.3.3.	Placas de anclaje.....	62

5.4.	Estructura de la nave	63
5.4.1.	Nave a dos aguas	64
5.5.	Definición, agrupación y redimensionado de las barras	66
5.5.1.	Características mecánicas de las barras	68
5.6.	Uniones	69
5.7.	Pavimento.....	69
5.8.	Cerramientos	70
5.8.1.	Cubierta	70
5.8.2.	Laterales	70
5.8.3.	Muro Perimetral.....	70
5.9.	Puertas	70
6.	MEMORIA CONSTRUCTIVA DEL SILO	71
6.1.	Movimiento de tierras.....	71
6.2.	Estudio geotécnico	71
6.3.	Cimentación.....	72
6.3.1.	Cimentación de los perfiles	73
6.3.2.	Vigas de atado	74
6.3.3.	Placas de anclaje.....	75
6.4.	Estructura de los silos.....	76
6.4.1.	Definición, agrupación y predimensionado de las barras.....	78
6.4.1.1.	Silo.....	79
6.4.1.2.	Escalera	80
6.4.1.3.	Plataforma.....	80
6.5.	Características mecánicas de las barras.....	81
6.6.	Cerramientos	81
6.7.	Uniones	81
7.	MEMORIA DE CÁLCULO DE LA NAVE	83
7.1.	Descripción del sistema estructura	83
7.2.	Acciones consideradas en el cálculo	83
7.2.1.	Acciones permanentes.....	84
7.2.2.	Acciones variables.....	84
7.2.3.	Acciones accidentales.....	86
7.3.	Cálculo de los paneles sándwich	87
7.3.1.	Carga del viento.....	87
7.3.1.1.	Presión dinámica.....	87
7.3.1.2.	Coeficiente de exposición.....	88
7.3.2.	Carga de nieve.....	89
7.3.3.	Carga de viento y de nieve.....	90
7.4.	Cálculo para la elección del panel sándwich de cubierta y paredes.....	91
7.5.	Cerramientos	92
7.5.1.	Elección de las correas de cubierta.....	92
7.5.1.1.	Elección de la cubierta	92
7.5.1.2.	Estudio de los diferentes tipos y distancia entre correas	93
7.5.2.	Elección de las correas laterales.....	94
7.5.2.1.	Estudio de los diferentes tipos y distancia entre correas	95
8.	MEMORIA DE CÁLCULO DEL SILO	97
8.1.	Descripción del sistema estructural.....	97
8.2.	Acciones consideradas en el cálculo	97
8.2.1.	Acciones permanentes.....	98

8.2.2.	Acciones variables	98
8.2.3.	Acciones accidentales.....	99
8.2.4.	Acciones consideradas en el cálculo.....	99
8.2.4.1.	Presiones causadas por el material almacenado.....	99
8.2.4.2.	Cargas que nos afectan a la estructura del silo	100
8.2.4.2.1.	Cargas permanentes.....	102
8.2.4.2.1.1.	Peso de las botellas	102
8.2.4.2.1.2.	Peso chapa	103
8.2.4.2.1.3.	Peso de los descansos modulares	105
8.2.4.2.1.4.	Peso de los motores.....	106
8.2.4.2.1.5.	Sobrecarga de uso de los descansos modulares	107
8.2.4.2.1.6.	Peso de la cinta.....	107
8.2.4.2.1.7.	Barandilla	108
8.2.4.2.1.8.	Peso escalera.....	109
9.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	110
9.1.	Objetivo del presente estudio.....	110
9.2.	Medidas de prevención de riesgos.....	110
9.2.1.	Protecciones colectivas generales	110
9.2.1.1.	Iluminación de los lugares de trabajo	110
9.2.1.2.	Señalización.....	112
9.2.1.2.1.	Señales en forma de panel.....	113
9.2.1.2.2.	Señales luminosas y acústicas.....	114
9.2.1.2.3.	Barandas.....	114
9.2.1.2.4.	Escaleras de mano.....	115
9.2.1.2.5.	Redes.....	115
9.2.1.2.6.	Andamios	115
9.2.2.	Protecciones colectivas particulares.....	115
9.2.2.1.	Movimientos de tierras	115
9.2.2.2.	Cimentaciones.....	117
9.2.2.3.	Estructuras	118
9.2.2.4.	Cerramientos.....	120
9.2.2.5.	Cubierta.....	121
9.2.2.6.	Acabados	122
9.2.2.7.	Protecciones individuales	123
9.2.2.8.	Calzado de seguridad.....	123
9.2.2.9.	Casco	123
9.2.2.10.	Guantes.....	124
9.2.2.11.	Ropa trabajo.....	124
9.2.2.12.	Arnés de seguridad	124
9.2.2.13.	Protectores auditivos	124
9.2.2.14.	Protectores visuales	125
9.3.	Vigilancia de la salud y primeros auxilios en la obra	125
9.3.1.	Obligaciones en materia formativa antes de iniciar los trabajos	127
9.3.2.	Convenio, legislación y normativa de aplicación en el estudio.....	128
9.3.2.1.	Convenios	128
9.3.2.2.	Legislación	128
9.3.2.3.	Normativas	130
10.	PLIEGO DE CONDICIONES DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA NAVE INDUSTRIAL.....	131

10.1.	Definición del pliego	131
10.1.1.	Interpretación y objetivo del presente pliego	131
10.1.2.	Documentos que definen la obra.....	131
10.1.3.	Alcance de la documentación.....	132
10.1.4.	Definición general de las obras	132
10.1.5.	Compatibilidad y relación entre los citados documentos	133
10.2.	Consideraciones generales facultativas	133
10.2.1.	Dirección Facultativa.....	133
10.2.2.	Servicio de la Dirección Facultativa.....	133
10.2.3.	Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra...	134
10.2.4.	Cambio del Director de Obra.....	134
10.3.	Obligaciones y derechos del contratista	134
10.3.1.	Obligaciones y derechos del contratista	134
10.3.2.	Reemisión de solicitud de ofertas.....	134
10.3.3.	Presencia del contratista en la obra	135
10.3.4.	Oficina de obra.....	135
10.4.	Trabajos, materiales y medios auxiliares.....	135
10.4.1.	Libro de órdenes	135
10.4.2.	Reclamaciones contra Dirección Facultativa	135
10.4.3.	Orden de trabajo	136
10.4.4.	Comienzo de obras	136
10.4.5.	Finalización de la obra	136
10.4.6.	Condiciones generales de la ejecución de trabajo.....	137
10.4.7.	Trabajos defectuosos.....	137
10.4.8.	Modificaciones de los documentos del Proyecto	137
10.4.9.	Ampliación del Proyecto por causas imprevistas de fuerza mayor	137
10.4.10.	Obras Ocultas	137
10.4.11.	Vicios ocultos	138
10.4.12.	Características de aparatos, materiales y su procedencia.....	138
10.4.13.	Uso de materiales y aparatos.....	138
10.4.14.	Materiales no utilizables	138
10.4.15.	Materiales y aparatos defectuosos	139
10.4.16.	Medios Auxiliares	139
10.4.17.	Medidas de Seguridad	139
10.5.	Maquinaria	140
10.5.1.	Características	140
10.5.2.	Manejo	140
10.5.3.	Certificación	140
10.5.4.	Normas de aplicación.....	141
10.5.5.	Conservación y mantenimiento	141
10.6.	Medios auxiliares	141
10.6.1.	Plataformas de trabajo	141
10.6.2.	Andamios.....	141
10.6.2.1.	Tipos de andamios	142
10.7.	Mano de obra.....	143
10.7.1.	Calificación.....	143
10.7.2.	Acreditación	144
10.8.	Jefes de obra, encargados y capataces	144
10.8.1.	Calificación.....	144

10.9.	Productos.....	145
10.9.1.	Procedencia y características.....	145
10.9.2.	Normas de aplicación.....	146
10.9.3.	Conservación, almacenaje y manipulación.....	146
10.10.	Unidades de obra.....	146
10.10.1.	Requisitos previos.....	146
10.10.2.	Prescripciones de ejecución.....	147
10.11.	Controles, pruebas y ensayos.....	148
10.12.	Recepción de la obra.....	149
10.13.	Criterios de mediciones.....	150
10.13.1.	Normas generales.....	150
10.13.2.	Formas de medir.....	150
10.13.2.1.	Acondicionamiento del terreno.....	151
10.13.2.2.	Cimentaciones.....	151
10.13.2.3.	Saneamiento.....	152
10.13.2.4.	Estructuras.....	153
10.13.2.5.	Albañilería.....	153
10.13.2.6.	Cubiertas.....	155
10.13.2.7.	Instalaciones.....	156
10.13.2.8.	Aislamientos.....	156
10.13.2.9.	Revestimientos.....	157
10.13.2.10.	Carpintería y elementos de seguridad y protección.....	158
10.13.2.11.	Elaborados sintéticos y vidrio.....	159
11.	MEMORIA DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	161
11.1.	Objetivo.....	161
11.2.	Ámbito de Aplicación.....	161
11.3.	Cumplimiento de la normativa contra incendios.....	162
11.4.	Clasificación de la normativa de la nave.....	163
11.5.	Características de los establecimientos industriales.....	163
11.6.	Caracterización por su nivel de riesgo intrínseco.....	164
11.7.	Requisitos constructivos de la nave.....	167
11.8.	Requisitos constructivos de los establecimientos industriales.....	168
11.8.1.	Sectorización de incendio.....	168
11.8.2.	Materiales.....	169
11.8.3.	Estabilidad al fuego de elementos constructivos portantes.....	170
11.8.4.	Recorrido de evacuación.....	173
11.8.4.1.	Puertas.....	175
11.8.4.2.	Pasillos.....	175
11.8.4.3.	Señalización e iluminación.....	175
11.8.4.4.	Ventilación y eliminación de humos.....	177
11.8.4.4.1.	Calculo de ventilación y eliminación de humos.....	177
11.9.	Requisitos de instalaciones de protección contra incendios.....	179
11.9.1.	Sistemas automáticos de detección de incendio.....	179
11.9.2.	Sistema de detección automático.....	180
11.9.3.	Sistema de bocas de incendio equipadas (BIE).....	182
12.	PRESUPUESTOS.....	184
12.1.	Presupuesto nave industrial.....	184
12.1.1.	Movimientos de tierras.....	184
12.1.2.	Cimentaciones.....	184

12.1.3.	Estructura.....	185
12.1.4.	Cubiertas y laterales	185
12.1.5.	Presupuesto total nave industrial	186
12.2.	Presupuesto Silo.....	186
12.2.1.	Movimientos de tierras	186
12.2.2.	Cimentaciones	187
12.2.3.	Estructura.....	187
12.2.4.	Cerramientos	187
12.2.5.	Presupuesto total Silo	188
12.3.	Presupuesto total del proyecto	188
13.	CONCLUSIONES	189
14.	BIBLIOGRAFIA.....	190
15.	ANEJOS	191
15.1.	Planos.....	191
15.2.	Catálogos.....	191
15.3.	Estudio geotécnico.....	191
15.4.	Datos de obra de la nave	191
15.5.	Estructura de la nave	191
15.6.	Cimentaciones de la nave	191
15.7.	Datos de obra del silo	191
15.8.	Estructura del silo	191
15.9.	Cimentaciones del silo	191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ranking de las compañías por facturación.....	13
Tabla 2.	Emplazamiento de la fábrica.....	15
Tabla 3.	Número de personas de plantilla por puesto	20
Tabla 4.	Número de personas externas por actividad.....	21
Tabla 5.	Resumen por tipologías de construcciones.....	23
Tabla 6.	Zonas de la fábrica, superficie y volumen de las construcciones.....	24
Tabla 7.	Condiciones urbanísticas exigibles según el P.G.O.U. 1994	25
Tabla 8.	Características técnicas de la producción de tapones.....	29
Tabla 9.	Material y colorante de los tapones.....	29
Tabla 10.	Datos de la producción anual de tapones por colores	30
Tabla 11.	Características técnicas de la producción de botellas	32
Tabla 12.	Material y colorante de las botellas	33
Tabla 13.	Tabla de cálculo de las necesidades de frío.....	43
Tabla 14.	Previsión de ventas y facturación para el año 2010 por producto	46
Tabla 15.	Previsión ventas para el año 2011 y desviación con respecto al 2010.....	47
Tabla 16.	Previsión de ventas en cantidad con la nueva estrategia	50
Tabla 17.	Previsión de ventas en valor con la nueva estrategia.....	51
Tabla 18.	Características de las botellas	52
Tabla 19.	Distribución de sopladoras por formato y producción de botellas.....	53
Tabla 20.	Tabla comparativa de las velocidades de soplado y envasado	54
Tabla 21.	Características del acero S275	63
Tabla 22.	Características de la nave.....	64
Tabla 23.	Tabla resumen de los perfiles de cada barra	68
Tabla 24.	Características mecánicas de los perfiles	68
Tabla 25.	Características mecánicas de las barras.....	81
Tabla 26.	Cuadro de cargas de viento y nieve en paredes y cubierta	90
Tabla 27.	Cuadro de cargas que soportará los paneles sándwich	91
Tabla 28.	Cuadro de los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo ..	111
Tabla 29.	Tipos de material para guantes.....	124
Tabla 30.	Cálculo de la densidad de carga de fuego para el Polietileno	166
Tabla 31.	Clasificación del nivel de riesgo intrínseco en función de la carga de fuego ponderada y corregida	167
Tabla 32.	Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendios	168
Tabla 33.	Esquema de estructura principal de cubierta	170
Tabla 34.	Estabilidad al fuego de elementos constructivos portantes R 60 (EF-60) ..	172
Tabla 35.	Estabilidad al fuego de elementos constructivos portantes R 15 (EF-15) ..	172
Tabla 36.	Longitud del recorrido de evacuación según el numero de salidas.....	174
Tabla 37.	Tabla de distancias para la colocación de detectores	181

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.	Vista aérea de la parcelación de la fábrica	15
Imagen 2.	Vista de la fábrica.....	18
Imagen 3.	Plano general de las áreas de la fábrica y superficie.....	26
Imagen 4.	Localización y esquema de la sección de inyección y soplado.....	27
Imagen 5.	Vista de los tapones de colores.....	28
Imagen 6.	Dibujo con las dimensiones del tapón y estrías laterales.....	30
Imagen 7.	Vista general de la nave de soplado.....	31
Imagen 8.	Fotografía de las botellas	32
Imagen 9.	Dibujo y medidas de la botella.....	33
Imagen 10.	Esquema de funcionamiento del sistema actual de envío de botellas	34
Imagen 11.	Localización y esquema de la sección de envasado	35
Imagen 12.	Fotografía de la llenadora y válvula en detalle	36
Imagen 13.	Esquema del sistema de llenado.....	37
Imagen 14.	Fotografía de la etiquetadora	37
Imagen 15.	Fotografía de la recepción de cajas y preformadora.....	38
Imagen 16.	Esquema del paletizado de las cajas	39
Imagen 17.	Fotografía de palet enfajado	39
Imagen 18.	Fotografía del camino de rodillos	40
Imagen 19.	Localización del almacén de producto acabado y fotografía del interior.	40
Imagen 20.	Esquema de la línea de envasado y situación del personal de línea.....	41
Imagen 21.	Localización de las instalaciones auxiliares.....	42
Imagen 22.	Mapa con la distribución geográfica de las ventas en cantidad	48
Imagen 23.	Fotografías de las botellas futuras y la actual de ventas	49
Imagen 24.	Localización del lugar donde se instala la nave para los silos	54
Imagen 25.	Esquema del nuevo sistema de envío de botellas.....	56
Imagen 26.	Zapata de la nave	59
Imagen 27.	Agrupación de las zapatas de la nave.....	60
Imagen 28.	Vigas de atado de la nave	61
Imagen 29.	Placas de anclaje de la nave.....	62
Imagen 30.	Vista 3D de la nave	64
Imagen 31.	Vista frontal de la nave.....	65
Imagen 32.	Vista lateral de la nave	65
Imagen 33.	Vista de 2 tipos de zapatas	73
Imagen 34.	Vista de las cimentaciones del silo y de la escalera	73
Imagen 35.	Vista de una viga de atado.....	74
Imagen 36.	Vista de una placa de anclaje.....	75
Imagen 37.	Vista de un silo.....	77
Imagen 38.	Vista de la planta superior.....	77
Imagen 39.	Vista total de los 4 silos con su planta superior	78
Imagen 40.	Esquema del silo.....	79
Imagen 41.	Esquema de la escalera.....	80
Imagen 42.	Esquema de la plataforma del silo	80
Imagen 43.	Uniones del silo.....	82
Imagen 44.	Mapa del valor básico de la velocidad del viento.....	85

Imagen 45.	Mapa de las zonas climáticas de invierno	86
Imagen 46.	Paneles sándwich cubierta.....	94
Imagen 47.	Vista de cómo se fija el panel sándwich a la estructura.....	94
Imagen 48.	Paneles sándwich laterales.....	96
Imagen 49.	Vista de los tornillos autorroscantes que fijan el panel a la estructura....	96
Imagen 50.	Vista de las cargas aplicadas en la estructura.....	99
Imagen 51.	Vista de las cargas permanentes	100
Imagen 52.	Vista de las cargas de uso	101
Imagen 53.	Vista detallada donde se aplica la carga	101
Imagen 54.	Condiciones de cálculo para la capacidad del silo.....	102
Imagen 55.	Vista de la carga en las costillas	103
Imagen 56.	Vista de las uniones entre los perfiles de la estructura y la chapa.....	104
Imagen 57.	Vista de las rejillas para pisos	105
Imagen 58.	Vista de los modelos disponibles	105
Imagen 59.	Vista del reparto de los pesos por las barras.....	106
Imagen 60.	Vista del reparto del peso del motor por las barras	106
Imagen 61.	Vista de la sobrecarga de uso por las barras	107
Imagen 62.	Vista del reparto del peso de la cinta por las barras	108
Imagen 63.	Vista del reparto del peso de la barandilla por las barras	108
Imagen 64.	Vista de la escalera fija	109
Imagen 65.	Esquema del establecimiento que se clasifica Tipo C	164

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto trata de diseñar unos silos externos para el almacenamiento de botellas vacías de plástico de la forma más óptima y económica posible que se ajuste a las necesidades de la empresa de la forma más versátil posible.

1.1. Objetivos

El principal objeto de este proyecto es el diseño, cálculo y construcción de varios silos externos para el almacenamiento de botellas vacías de plástico.

Este proyecto surge ante la necesidad que tiene una empresa de diversificar su portafolio de formatos de venta, pasando de uno, que tiene en la actualidad, a tres formatos, debido a que la competencia está siendo cada vez más agresiva en el mercado.

La empresa fabrica sus propios envasados y esta diversificación que se propone, da origen a la necesidad de un sistema de almacenamiento que cumpla los siguientes objetivos:

- Conseguir un diseño atractivo y versátil
- Conseguir un sistema eficiente de envío de botellas desde la sección de soplado al silo y desde este a la sección de envasado.
- Dimensionar los elementos según las necesidades facilitadas por el departamento de Marketing de la empresa.
- Mantener las eficiencias actuales en la línea de envasado.
- No incrementar el coste del producto acabado.

1.2. Alcance del proyecto

El alcance del proyecto es calcular la estructura de la nave y la estructura de los silos con el programa CYPE (programa de cálculo de estructuras).

Para ello diseñaré la estructura y las cargas que va a soportar.

Una vez que tenga las estructuras bien diseñadas con el programa CYPE, con los perfiles adecuados para que soporten las cargas, utilizaré el programa Autocad (programa de dibujo en 2D) para una correcta interpretación de los planos.

2. ANTECEDENTES

2.1. Evolución del mercado

El sector del gran consumo (alimentación, droguería y perfumería) cerró 2009 con una caída histórica en valor del 1,5% arrastrado por el crecimiento de la marca de distribuidor “marca blanca” y del canal “discount” (tiendas que venden productos a más bajo precio) así como por la bajada generalizada de los precios, según se desprende del balance anual del sector presentado por Kantar Worlpanel.

Este retroceso, que refleja la tendencia deflacionista de los últimos meses, contrasta, no obstante, con el crecimiento del 2,2% en volumen, el mayor registrado en los últimos cuatro años.

Al creciente peso de la marca de la distribución y del canal “discount”, que ya favorecieron la contracción del mercado en términos de valor en años anteriores, se sumó la bajada generalizada de los precios, que ha conducido a los mercados de gran consumo a evoluciones negativas por primera vez en los últimos años, frente a la recuperación del sector en términos de volumen.

En concreto, según los últimos datos de Kantar Worldpanel, la marca de la distribución alcanzó en 2009 un 35,5% de cuota en valor (total alimentación sin frescos perecederos más droguería), 3,1 puntos más que el 32,4% de 2008, mientras que el canal 'discount' alcanzó una cuota de mercado del 10,4% en valor.

Los productos de droguería, no sólo se recuperaron de la importante caída de 2008 sino que también aprovecharon mejor el aumento del consumo en el hogar y presentaron un crecimiento del +1,6% en valor y un +3,7% en volumen, siendo el sector de Gran Consumo que mejor cerró el año.

Tras agotar el aprovisionamiento que permitió a los hogares reducir las compras en este sector en 2008, en 2009 se reactivó el ciclo de compra y el de droguería se convirtió en el único sector de Gran Consumo en el que se mantuvo el desembolso familiar respecto al año anterior, de 200 euros por hogar.

Según Stéphane Roger, Director de Business Development de Kantar Worldpanel,

“la presión a la baja de los precios por parte de la distribución y de las marcas de fabricantes, está teniendo dos efectos importantes en el sector:

- *Primero, el menor precio pagado ha hecho que en el corto plazo todos los mercados cayeran en valor*
- *Segundo, este cambio de estrategia está modificando los hábitos de compra de los consumidores hacia una búsqueda continua de opciones baratas.*

2.2. Situación actual de la empresa en el mercado

El mercado español de productos para la limpieza del hogar, que abarca a los segmentos de detergentes, suavizantes, limpiadores del hogar, lavavajillas y lejías, esta muy concentrado en un reducido número de empresas, la mayoría multinacionales, que desarrollan una gran actividad publicitaria y de marketing, y en él que compiten gran variedad de marcas y formatos.

RANKING DE LAS COMPAÑIAS	
Empresa	Ventas (Millones Euros)
Henkel Ibérica	757,24
Procter and Gamble España	564,70
Reckitt Benkiser España	547,37
Lever-Faberge	244,59
Persán	194,00
Cruz Verde Legrain	169,80
AC Marca	127,50
Colgate Palmolive España	82,15
Jhonson's Wax Española	85,18
Industria Jabonera Lina	62,87

Fuente: Alimarket

Tabla 1. Ranking de las compañías por facturación

La empresa de estudio en este proyecto, está presente con sus productos en varios segmentos.

En el segmento de lejías, como estrategia de ventas, la empresa está en el mercado con un sólo formato de venta, botella oval de 2,0 Litros.

Las ventas de este producto, en el año 2009 fueron de 88.166 litros (44,1 millones de botellas). Esto representó un descenso del 6,3% con respecto a las ventas del año 2008, que habían sido de 94.093 litros (47,0 millones de botellas).

Este descenso en las ventas fue debido principalmente a 2 motivos:

- Fuerte competencia de las marcas de distribuidor, que cada vez tienen una mayor aceptación por parte de los consumidores.
- Cambio de los hábitos de compra de los consumidores hacia una búsqueda continua de opciones baratas.

Para el año 2010, no esperan un cambio de tendencia y estiman que las ventas de este producto sigan cayendo, situándose alrededor de las 86.000 litros (43,0 millones de botellas), lo que representaría una caída del 2,5% con respecto al ejercicio 2009

Las ventas de este producto, en el año 2009 fueron de 88.166 litros (44,1 millones de botellas). Esto representó un descenso del 6,3% con respecto a las ventas del año 2008, que habían sido de 94.093 litros (47,0 millones de botellas).

Este descenso en las ventas fue debido principalmente a 2 motivos:

- Fuerte competencia de las marcas de distribuidor, que cada vez tienen una mayor aceptación por parte de los consumidores.
- Cambio de los hábitos de compra de los consumidores hacia una búsqueda continua de opciones baratas.

Para el año 2010, no esperan un cambio de tendencia y estiman que las ventas de este producto sigan cayendo, situándose alrededor de las 86.000 litros (43,0 millones de botellas), lo que representaría una caída del 2,5% con respecto al ejercicio 2009

2.3. Emplazamiento de la fábrica



Imagen 1. Vista aérea de la parcelación de la fábrica

La agrupación de fincas registrales nº 8986 (A1), 6462 (A2) y 2340 (A3), o parcela-A, con referencia catastral nº 6573001TG4367S0001OY, de acuerdo con mediciones topográficas cuenta con una superficie de 26.981,06 m².

EMPLAZAMIENTO DE LA FÁBRICA	
Dirección	Ds. Casas de Buenavista nº 76,
Emplazamiento	Carretera A-8033 (antes SE-410) ; Ctra. Alcalá-Venta La Liebre p.k.. 1,5 41500 Alcalá de Guadaira (Sevilla)
Coordenadas UTM (HUSO 30)	X: 246.458 / Y: 4.137.296

Tabla 2. Emplazamiento de la fábrica

De acuerdo con certificado de fecha 27-03-2.003 (registro de salida nº 6494 de fecha 7-04-2.003), los terrenos de acuerdo con el vigente Plan General de Organización Urbanística (P.G.O.U), aprobado por resoluciones de 21-03-1994 y 6-06-1.994, quedan incluidos en SUELO URBANO, clasificándolos con la Ordenanza nº 5 INDUSTRIAL, grado tres (3).

La parcela, cuenta con vallado en todo su perímetro, desde el cual se desarrollan 2 accesos para vehículos ambos en linde NO y un tercer acceso peatonal en desuso en el vallado NE, definidos como:

- Acceso-1 para vehículos del personal de fábrica, visitas y ocasionalmente para operaciones logísticas o de emergencia. Acceso aparcamiento (Autorización de vado permanente según Resolución 91/2010 de 15-02-2010)
- Acceso-2 para acceso de vehículos y operativas logísticas de carga/descarga
- Acceso-3 Acceso peatonal (fuera de uso)

La parcela queda delimitada por los siguientes lindes:

- Linde NE con la carretera A-8033 (antigua SE-410) ó Ctra. de Alcalá a la Venta de la Liebre.
- Linde SE con el Arroyo "Montoya".
- Linde SO con la antigua línea de ferrocarril Sevilla-Alcalá y Carmona y el camino viejo de Alcalá
- Linde NO con vial que enlaza la A-8033, con el antiguo camino de Alcalá donde se desarrollan los accesos a las parcelas de empresa y Air Liquide (antes SEO).

Según consta en escrituras, en la finca A1 (finca registral nº 8986), existe una servidumbre perpetua a favor de "The Seville Water Company Limited" por acueducto o red de agua, la cual identificamos con las evidencias y datos que disponemos como la

Red de agua Ø DN-800, de la estación de bombeo Canal bajo Guadalquivir-Adufe, existiendo en el interior de la parcela, dos elementos que identifican esta servidumbre, los cuales describen una entrada y una salida ambos por linde SO.

- Arqueta tronco cónica elevada, donde se sitúa Válvula de corte y ventosa.
- Conjunto de doble arqueta de drenaje, con recrecido perimetral desarrollado por parte de la empresa

Complementariamente, existen otras servidumbres de paso no registradas, existentes por evidencias, tales como:

- Acometida agua Emasesa Ø DN-800, desde la cual se desarrolla el suministro de agua a la parcela y continua su trazado para el suministro a terceros por el interior de las fincas de la empresa (existen arquetas de registro que definen su trazado)
- Red saneamiento urbanización Ds. Casas de Buenavista (Existen arquetas de registro que definen su trazado)
- Canalización antigua de Agua Potable (Existen arquetas de registro que definen su trazado)

Por otra parte en el interior de la parcela se describe en tendido o red aérea, la alimentación de media tensión al Centro de Recepción y Medida nº 16083 de la Compañía Sevillana de Electricidad (Endesa), desde el cual se realiza el suministro a 15 KV a la empresa.

2.4. Actividad industrial actual



Imagen 2.Vista de la fábrica

En fecha 25-08-1964 los terrenos fueron adquiridos por la sociedad Sevillana de Detergentes S.A. (SEDESA), pasando a la titularidad de la S.A. Casamitjana Mensa (SACM), en fecha 28-11-1.972, por fusión por absorción.

La actividad industrial actual en la fábrica de Alcalá de Guadaíra fue iniciada por parte de S.A. Casamitjana Mensa (SACM), a finales de 1.972 como delegación y almacenes y según consta en el archivo histórico de la fábrica, el día 15-03-1.974 se inició la producción y envasado de lejías.

En fecha 1-01-1.993 debido a fusión por absorción de la S.A. Casamitjana Mensa (SACM), pasa a ser titular de las fincas, la empresa actual.

El centro productivo de Alcalá de Guadaíra, tiene por objeto la fabricación por simple mezcla así como su envasado de lejías y productos de limpieza/lavado (base hipoclorito

sódico), así como la fabricación de envases plásticos de consumo propio (soplado de botellas e inyección de tapones).

El complejo industrial dispone de las correspondientes Licencias Municipales de Actividades de acuerdo con el Reglamento de Actividades Molestas Insalubres Nocivas y Peligrosas, (R.A.M.I.N.P), de fechas:

- 28-05-1.975 (Expediente 164/74) Licencia de Apertura.
- 02-03-1.992 (Expediente 16/91) Licencia de Apertura Almacén distribución.
- 27-10-2.006 (Expediente 339/2006) Cambio de titularidad

De acuerdo con la vigente Ley 7/2007, las actividades industriales quedan reguladas por el régimen de “Calificación Ambiental”, de acuerdo con resolución de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía de fecha 16-02-2006 (registro de salida nº 2930 de 23-02-2006).

El centro productivo de Alcalá de Guadaíra, dispone de tecnologías exclusivas dentro de la empresa para la fabricación y envasado de lejías y productos de limpieza/lavado (base hipoclorito), así como eficiencias productivas altamente competitivas.

En el año 2010, el centro de Alcalá de Guadaíra trabajará 225 días, tiene una producción planificada de 86.000 litros y la fabricación de envases y la fabricación- envasado de lejías se realizará a 2 turnos de trabajo, con una plantilla fija formada por 42 trabajadores.

Existen complementariamente 22 puestos de trabajos indirectos, correspondientes a empresas habituales de servicios, vinculados a la actividad industrial del centro.

	Personal de Plantilla
Director de Fábrica	1
Administración	4
Laboratorio	3
Mantenimiento	4
Jefe de Producción	1
Sección de Mezclas	2
Sección de Soplado	6
Sección de Envasado	8
Recuperación de Material	2
Soplado	
Jefe de Logística	1
Almacén Producto Acabado	7
Almacén Materias Primas	3
TOTAL	42

Tabla 3. Número de personas de plantilla por puesto

En el departamento de administración hay 4 personas que se encargan de:

- Confeccionar los presupuestos de gastos de la fábrica y su posterior control y facilitar a la dirección todos los informes que esta solicite.
- Programar los lotes de producción de cada línea y se encarga de solicitar los materiales necesarios para la producción a los distintos proveedores.
- Llevar todas las relaciones laborales.
- Recepcionista – telefonista

En el laboratorio se realizan todos los controles de calidad del producto, tanto de los materiales que se reciben, como del producto que se fabrica.

En mantenimiento, hay 1 jefe de mantenimiento, 1 administrativo y 2 mecánicos.

El jefe de producción, es el responsable de la sección de mezclas, soplado, envasado y de la sección de recuperación de material de soplado.

El jefe de logística, es el responsable del almacén de producto acabado y del almacén de materias primas.

En el almacén de producto acabado, hay 1 administrativo y 6 carretilleros, 3 por turno, que son los encargados de llevar los palets, que salen de las líneas de fabricación a las estanterías del almacén y de cargar los camiones.

En el almacén de materias primas, hay 1 administrativo y 2 carretilleros, 1 por turno, que son los encargados de descargar los camiones de materiales que llegan y de acercar a las líneas de producción los materiales necesarios para producir.

Los 22 puestos de trabajos indirectos pertenecen a las siguientes actividades:

	Personal Externo
Mantenimiento	10
Limpieza	4
Vigilancia	6
Servicio Médico	2
TOTAL	22

Tabla 4. Número de personas externas por actividad

Las 10 personas de mantenimiento que trabajan en la fábrica, pertenecen a talleres que están en la zona y que prestan apoyo al personal propio de mantenimiento:

- 1 Pintor
- 1 Carpintero
- 1 Paleta
- 1 Fontanero
- 1 Electricista
- 5 Mecánicos

Para la limpieza de las instalaciones esta contratada la empresa SL (Servicios de Limpieza) que tiene diariamente destinadas 2 personas por turno de trabajo de la fábrica.

La instalación dispone de cámaras de vigilancia y alarmas por todo el recinto y tiene contratado un servicio de vigilancia con la empresa Prosegur, que se encarga de la vigilancia de la instalación las 24 horas del día durante todo el año.

El personal de Prosegur es el encargado del control de entradas y salidas de personas y vehículos del recinto, que considerando las correspondientes entradas de materias primas y expedición de producto acabado existe un movimiento promedio de entradas y salidas de alrededor de 30 camiones/día, más los vehículos de trabajadores y visitas

La fábrica tiene un servicio medico contratado que consiste en 1 enfermera por turno y que se encargan también de las revisiones medicas que se realizan anualmente al personal.

2.5.Diseño de la fábrica

Los terrenos de acuerdo con el vigente P.G.O.U. aprobado por resoluciones de 21-03-1994 y 6-06-1.994, quedan incluidos en SUELO URBANO, clasificándolos con la Ordenanza nº 5 INDUSTRIAL, grado tres (3).

La empresa debe de cumplir una serie de condiciones urbanísticas, las principales son tener una superficie superior a 20.000 m², no tener una ocupación de la finca superior al 60% y una edificabilidad no superior al 70%.

La fábrica en la actualidad tiene una ocupación de 12.930,81 m² que representa el 48% del total de la finca y una edificabilidad de 13.343,64 m² que es el 49%, esto representa que todavía se tienen 3.257,83 m² libres para poder ser ocupados y para poder construir 5.543,1 m², esto permite que la fábrica tengan todavía grandes posibilidades de crecimiento.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen por tipologías de las construcciones que existen en la fábrica.

RESUMEN POR TIPOLOGÍAS DE CONSTRUCCIONES	Superficies (m2)			Volumen (m3)
	Planta baja	Planta 1ª	Total	
Edificios	10.785,85	412,83	11.198,68	84.566,46
Cobertizos y Marquesinas	1.669,91		1.669,91	10.158,10
Ocupación instalaciones fijas	475,05		475,05	0,00
Total	12.930,81	412,83	13.343,64	94.724,56
Patios	14.050,25			
Total fábrica	26.981,06			

Tabla 5. Resumen por tipologías de construcciones

En el siguiente cuadro se relacionan todas las zonas de la fábrica, con su tipología de construcción, superficie y volumen.

Lo más destacable, es que la mayor nave de que dispone la fábrica tiene una superficie de 4.416,12 m2, y es la destinada para el almacén de producto acabado, tiene una capacidad para poder almacenar cerca de 6.000 palets, en estanterías de 3 pisos de altura, donde a parte de almacenar todos los productos acabados que salen de la fábrica, también recibe productos acabados de otras fábricas del grupo para así poder completar los pedidos y servir desde este centro directamente a los clientes.

La nave de producción soplado y envasado tiene una superficie de 2.138,21 m2.

Solamente hay 2 edificios con un piso de altura, uno es donde están ubicados los laboratorios y las oficinas y el otro es donde está la estación transformadora, el resto de las construcciones están en planta baja.

**CÁLCULO DE UNA NAVE INDUSTRIAL Y DE LA
LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE SILOS
PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE LIMPIEZA DEL HOGAR**



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

DENOMINACIÓN	Tipología	SUPERFICIES (m2)			VOLUMEN (m3)
	Construcción	Planta baja	Planta 1ª	Total	Total
Almacén de producto acabado	Edificio	4.416,12		4.416,12	50.895,78
Producción soplado- envasado	Edificio	2.138,21		2.138,21	13.200,24
Almacén de materias primas	Edificio	2.059,32		2.059,32	8.093,13
Almacén de recuperación	Edificio	835,82		835,82	5.761,73
Producción mezclas	Edificio	714,12		714,12	4.362,92
Laboratorio y oficinas	Edificio	335,03	335,03	670,06	1.340,12
Muelle edificio G	Edificio	161,38		161,38	225,93
Estación transformadora	Edificio	77,80	77,80	155,60	603,73
Portería	Edificio	48,05		48,05	82,89
Cobertizo aire comprimido	Cobertizo	152,93		152,93	577,31
Paso cubierto (Cargadores baterías)	Cobertizo	138,56		138,56	623,52
Cubeto depósitos intermedios	Cobertizo	108,21		108,21	1.210,39
Cobertizo lateral E-D	Cobertizo	119,05		119,05	390,48
Almacén autoportante (Inflamables)	Cobertizo	62,57		62,57	462,08
Cobertizo residuos especiales	Cobertizo	21,07		21,07	62,37
Marquesina muelles edificio J	Marquesina	983,01		983,01	6.414,14
Marquesina edificio C	Marquesina	80,13		80,13	398,65
Marquesina lateral edificio E	Marquesina	4,38		4,38	19,16
Patio exterior	Ocupación	268,22		268,22	0,00
EDAR-Depuradora	Ocupación	85,21		85,21	0,00
Patio silos granza	Ocupación	69,52		69,52	0,00
Cubeto deposito sosa	Ocupación	32,25		32,25	0,00
Escalera acceso nivel superior	Ocupación	19,85		19,85	0,00
TOTAL ESTADO ACTUAL		12.930,8	412,8	13.343,6	94.724,5

Tabla 6. Zonas de la fábrica, superficie y volumen de las construcciones

En el siguiente cuadro se comparan las condiciones urbanísticas exigibles, las condiciones existentes en la actualidad y lo disponible que le queda a la fábrica para posibles ampliaciones.

CONDICIONES URBANÍSTICAS DE ACUERDO CON VIGENTE P.G.O.U-1994			EXIGIBLE	EXISTENTE	DISPONIBLE
Industrial Grado 3 (ZO-8.3)					
Superficie mínima		m2	20.000,00	26.981,06	
Longitud mínima lindero frontal		m2	100,00	>100,00	
Retranqueo a alineación exterior		M	8,00	>8,00	
Retranqueo a lindes o testeros		M	10,00	No aplica	
Nº plazas de aparcamiento	1 cada 100 m2	Ud	138,39		
Ocupación	60% finca	m2	16.188,64	12.930,81	3.257,83
Edificabilidad	0,7 m2 x m2 finca	m2	18.886,74	13.343,64	5.543,1
Altura máxima		M	15,00	11,85	
Volumen máximo	Ocupación x h máxima	m3	242.830	98.724,56	144.105,44

Tabla 7. Condiciones urbanísticas exigibles según el P.G.O.U. 1994

2.6. Plano general de la fábrica.

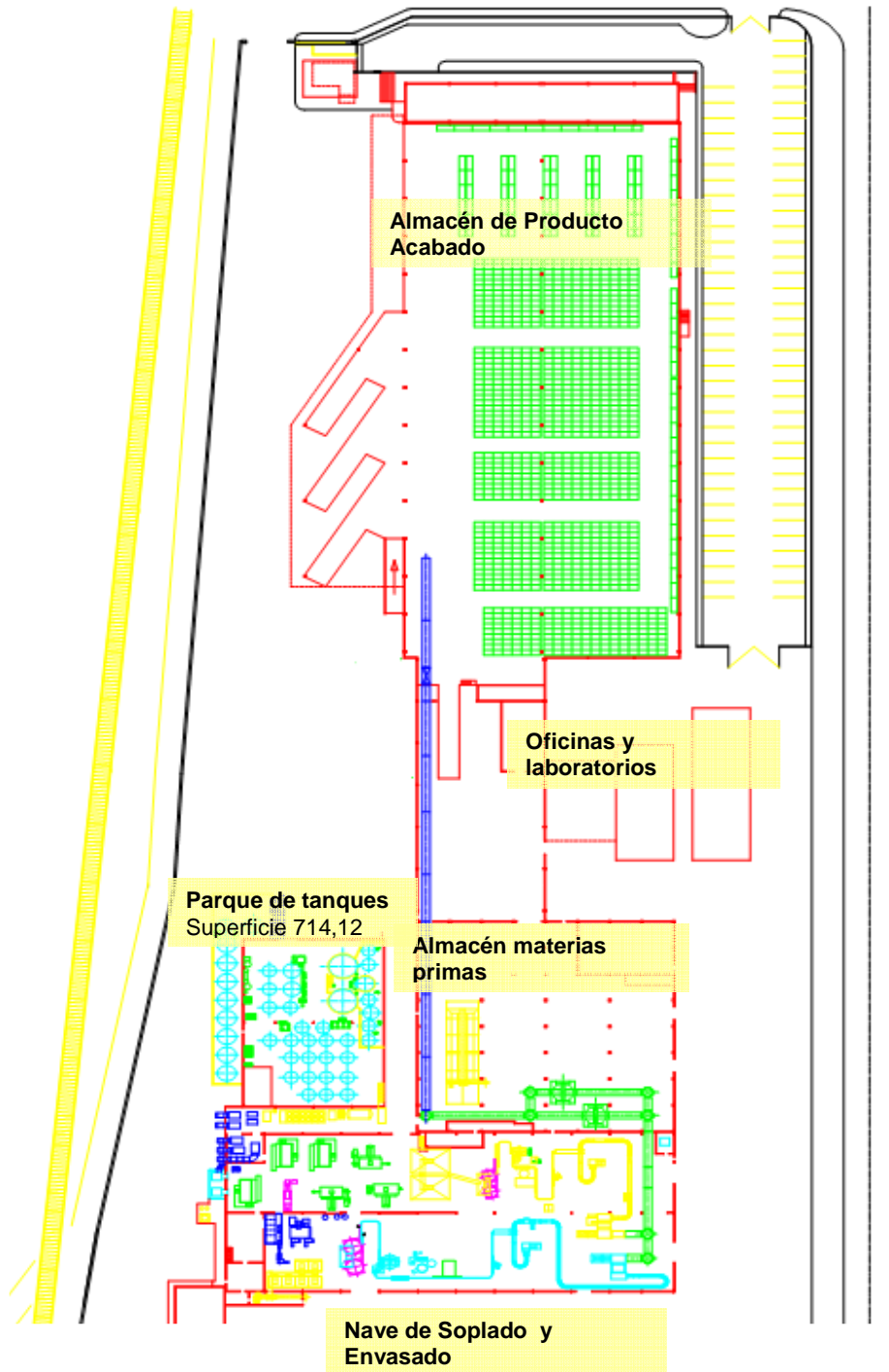


Imagen 3. Plano general de las áreas de la fábrica y superficie

2.7.Sección de Inyección y Soplado

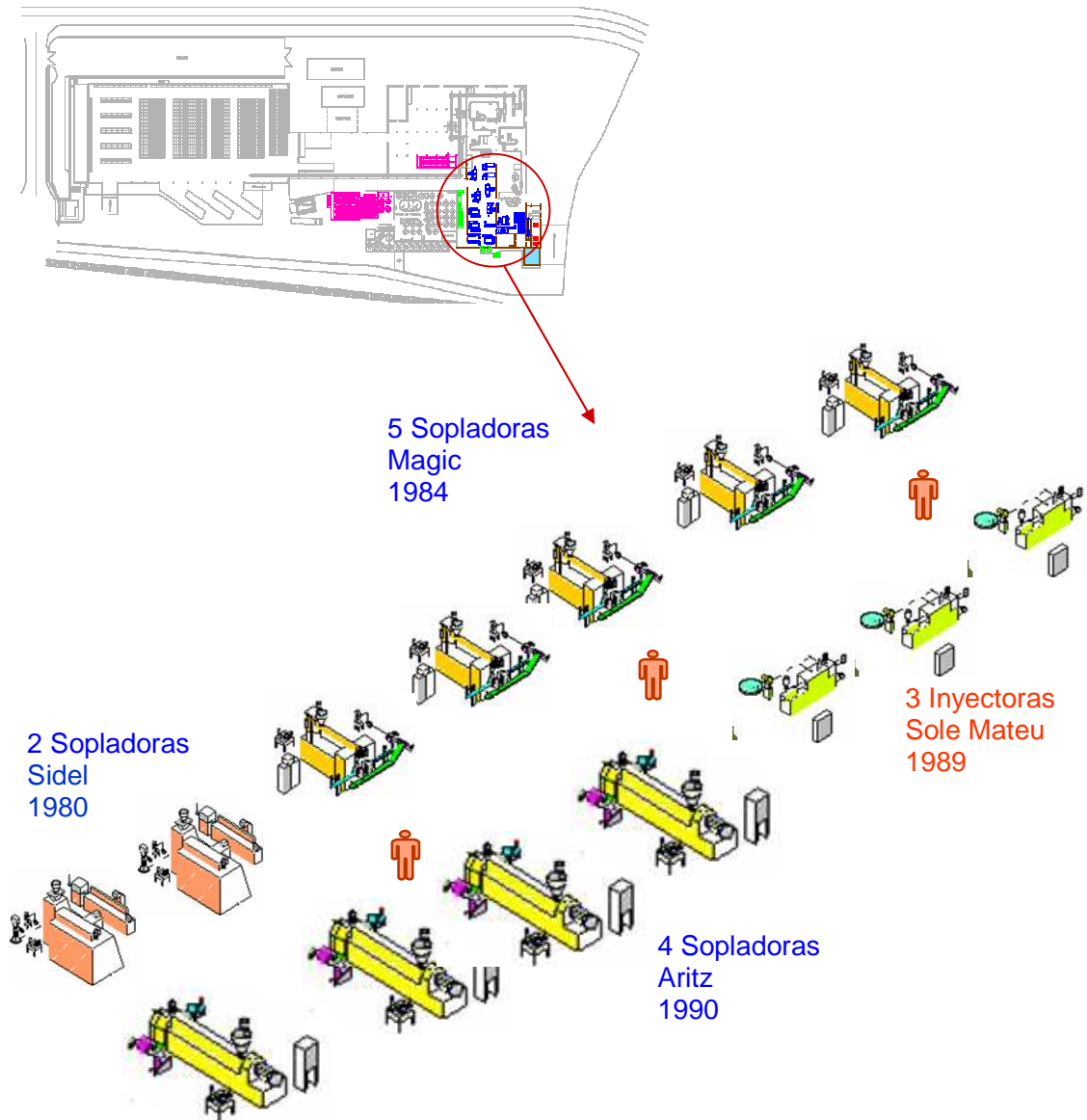


Imagen 4. Localización y esquema de la sección de inyección y soplado

En esta sección se fabrican todos los tapones y botellas que son necesarios para la producción propia de lejías.

Para llevar la sección hay 1 capataz con formación profesional de mecánico-electricista y 2 operarios, por turno

La instalación tiene las siguientes máquinas:

- 3 Inyectoras para la fabricación de tapones, de la marca Sole & Mateu que fueron adquiridas en 1989.
- 5 sopladoras hidráulicas y en línea de la marca Magic, que fueron adquiridas en 1984.
- 4 sopladoras hidráulicas y rotativas de la marca Aritz, que fueron adquiridas en 1990.
- 2 sopladoras mecánicas y rotativas de la marca Sidel, con una antigüedad que ronda los 30 años. Desde hace 5 años estas máquinas no están funcionando debido a que sólo pueden fabricar envases sin asa y en la actualidad sólo se envasan productos en envases de 2 litros con asa.

2.7.1. Inyección

Las 3 inyectoras de tapones con que cuenta la instalación son de la marca Sole & Mateu y tienen una antigüedad superior a los 20 años.



Se inyectan tapones de un sólo tipo, tapones de rosca y en 5 colores distintos, azul, rojo, rosa, verde y amarillo.

Imagen 5. Vista de los tapones de colores

Los tapones a la salida de la inyectora son depositados directamente en cajas de cartón para su almacenamiento.

2.7.1.1. Características técnicas de la producción de tapones




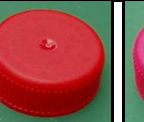

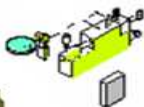

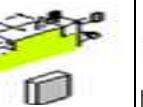
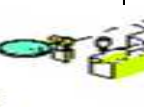
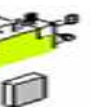
					
Distribución de las inyectoras destinadas a la producción					
Nº de moldes	1	1	1	1	1
Cavidades del molde	32	32	32	32	32
Ciclo de producción	18 segundos	18 segundos	18 segundos	18 segundos	18 segundos
Tiempo de cambio de color	No hay cambios	2 horas	2 horas	2 horas	2 horas
Número de semanas seguidas de producción	Todas	2	1	6	1
Eficiencia global	95%	95%	95%	95%	95%

Tabla 8. Características técnicas de la producción de tapones

2.7.1.2. Características de los tapones

Los tapones están fabricados con polipropileno, que es suministrado por 2 proveedores.






					
Material	Polipropileno				
Proveedores	Repsol y Basf				
Peso del tapón	3,5 grs.				
Colores	Azul	Verde	Amarillo	Rojo	Rosa
Proveedor del colorante	Colorantes y Compuestos	Clariant	Basf Curtex	Clariant	Clariant
Porcentaje de colorante	3,0%	3,0%	1,5%	3,0%	2,0%

Tabla 9. Material y colorante de los tapones

Las dimensiones del tapón son 16 cm. de altura y 37 cm. de diámetro

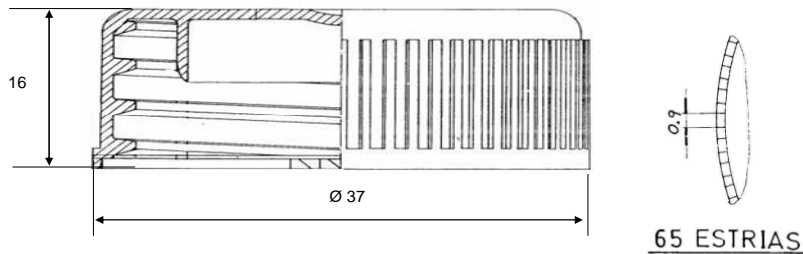


Imagen 6. Dibujo con las dimensiones del tapón y estrías laterales

2.7.1.3. Producción anual de tapones

La producción anual de tapones ronda los 65 millones de tapones que se destinan:

- 43,0 millones para el consumo propio
- 22,0 millones se envían a otras fábricas del grupo.






Datos: Miles tapones					
Producción Anual	21.888	14.268	7.134	18.594	3.099
TOTAL PRODUCCIÓN	64.983				
Necesidades Propias	21.075	2.670	2.180	17.075	0
% sobre producción	96%	19%	31%	92%	0%
TOTAL NECESIDADES	43.000				
% sobre producción	66%				
Envíos a fábricas grupo	813	11.598	4.954	1.519	3.099
% sobre producción	4%	81%	69%	8%	100%
TOTAL ENVÍOS	21.983				
% sobre producción	34%				

Tabla 10. Datos de la producción anual de tapones por colores

2.7.2. Soplado



Imagen 7.Vista general de la nave de soplado

La sección de soplado tiene instalada 11 sopladoras, de las que sólo 9 están actualmente en producción.

- 5 sopladoras son de la marca Magic, hidráulicas y producción en línea, de 3 cabezales y doble estación, tienen instalados 2 moldes triples, con un ciclo de producción de 12 segundos, lo que proporciona una producción de 30 botellas minuto por máquina, que con una eficiencia global del 90%
- 4 sopladoras son de la marca Aritz, hidráulicas y producción rotativa, tienen instalados 6 moldes, con un ciclo de producción de 10 segundos, lo que proporciona una producción de 36 botellas minuto por máquina

Todos los productos que se envasan en esta fábrica son con botella oval con asa en el formato de 2 litros.

Se fabrican envases de un solo tipo, botellas ovales con asa de 2 litros y en 2 colores, en blanco y en amarillo.



Imagen 8. Fotografía de las botellas

2.7.2.1. Características técnicas de la producción de botellas



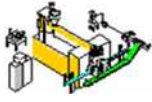


			
Distribución de las sopladoras destinadas a la producción			
	MAGIC	ARITZ	SIDEL
Número de sopladoras	5	4	2
Cantidad de moldes por máquina	6	6	SOPLADORAS PARADAS
Ciclo de producción	12 segundos	10 segundos	
Eficiencia global	90%	90%	
Producción total anual	29.160	34.992	
Necesidades anuales	19.255	23.745	
% de ocupación	66%	68%	

Tabla 11. Características técnicas de la producción de botellas

2.7.2.2. Características de la botella

		
Medidas (largoxanchoxalto)	125x94x308	
Material	Polietileno	
Proveedor	Repsol	
Peso de la botella	68 grs.	
Colores	Blanco	Amarillo
Proveedor del colorante	Colorantes y Compuestos	Clariant
Porcentaje de colorante	1,0%	1,5%

Tabla 12. Material y colorante de las botellas

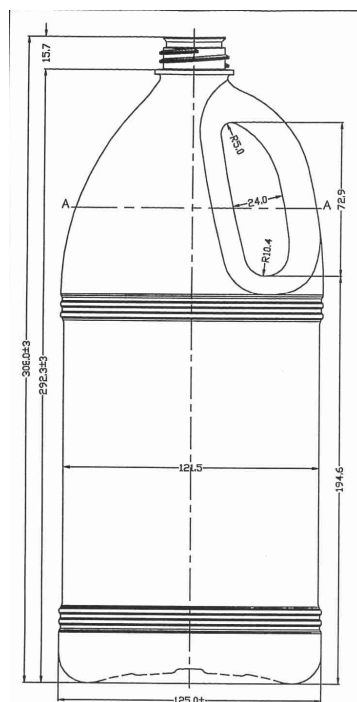


Imagen 9. Dibujo y medidas de la botella

2.8. Sistema actual de envío de envases de soplado a envasado

Las botellas cuando salen de la sopladora se envían directamente mediante unos tubos de aire a unas pequeñas tolvas de botellas y desde allí mediante el mismo sistema de tubos de aire a la sección de envasado.

Hay instaladas 20 tolvas, con una capacidad de 250 botellas por tolva, que reciben de la sección de soplado cerca de 300 botellas por minuto, y envían a la sección de envasado 300 botellas por minuto, cuando no hay paradas mecánicas.

Aunque la producción de envasados y las necesidades de la sección de envasado estén equilibradas, es necesario tener este sistema de tolvas, principalmente para evitar que las pequeñas paradas mecánicas que hay en las líneas de envasado afecten a la sección de soplado o viceversa.

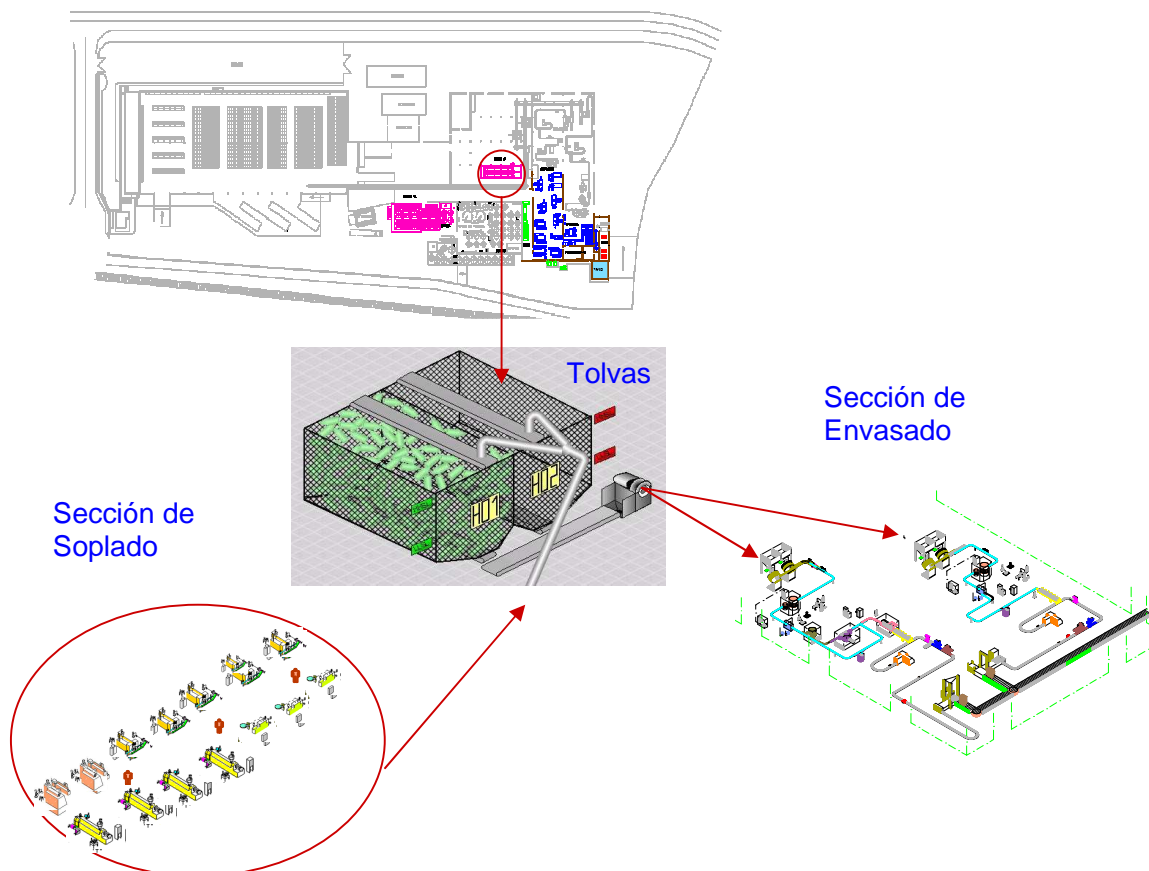


Imagen 10. Esquema de funcionamiento del sistema actual de envío de botellas

2.9.Sección de Envasado

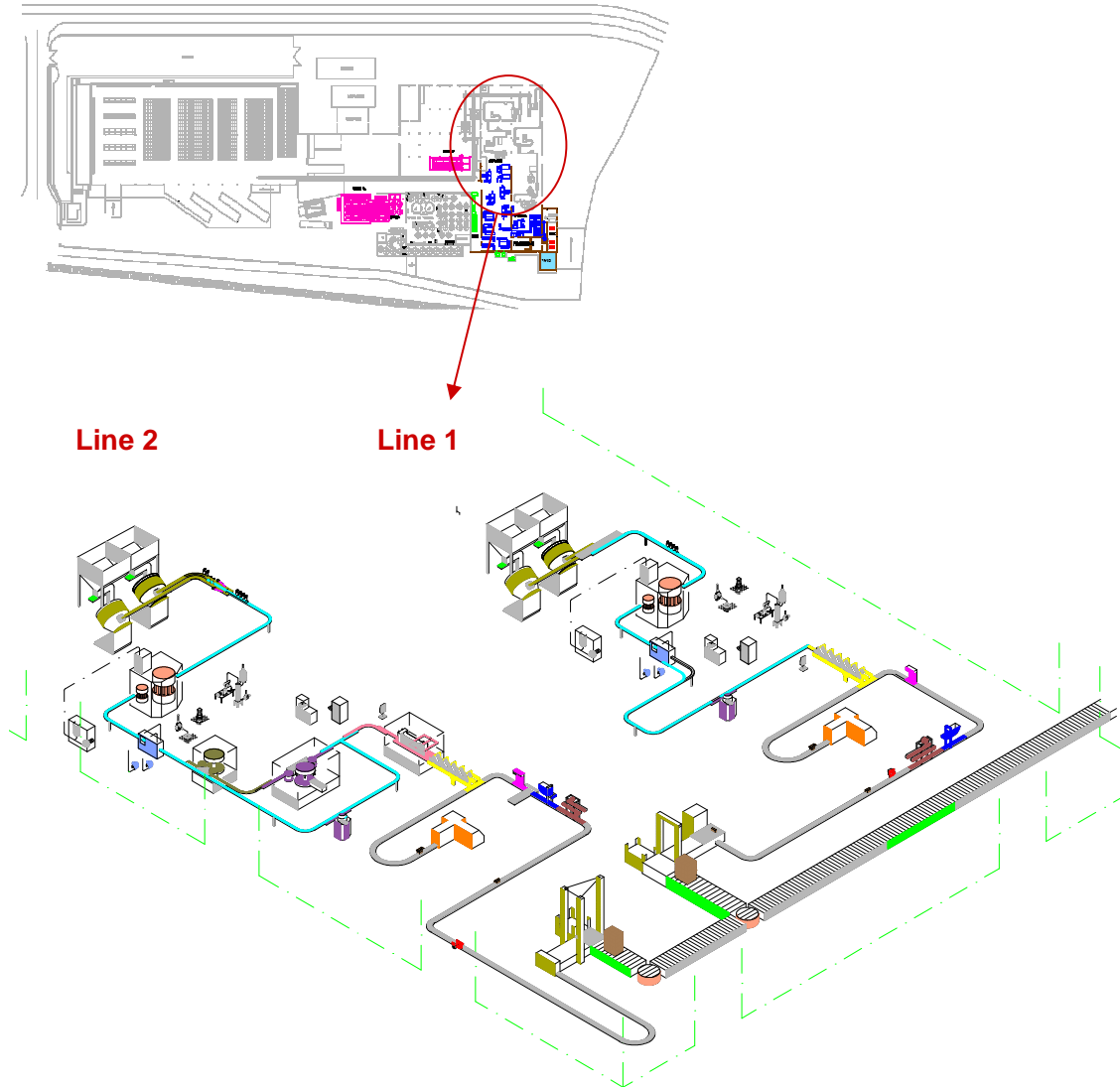


Imagen 11. Localización y esquema de la sección de envasado

La fábrica dispone de 2 líneas de envasado de las mismas características, en cada línea hay 4 personas por turno y un capataz para las 2 líneas, por turno.

Los productos que se envasan en estas líneas son todos con base hipoclorito, sin viscosidad y sin espuma, en botellas oval de 2 litros y en cajas de 6 unidades.

Con el formato actual de envasado, la velocidad máxima de envasado es de 150 botellas/minuto y las líneas tienen una eficiencia del 70%, lo que supone una producción efectiva de 105 botellas/minuto por línea

2.9.1. Partes de una línea

Las principales partes de la línea son:

- Ordenadora de botellas, es el lugar donde llegan las botellas procedentes del silo-pulmón y desde allí se va depositando ordenadamente sobre la cinta de la línea. Cada línea dispone de 2 ordenadoras de la marca Posimat
- Llenadora – taponadora, tiene 44 válvulas y el sistema de llenado es por gravedad



Imagen 12. Fotografía de la llenadora y válvula en detalle

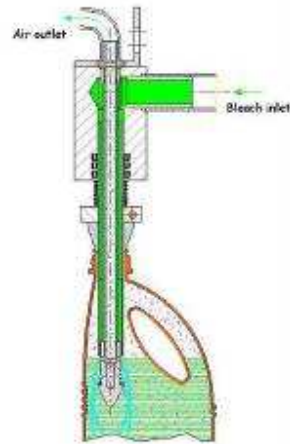


Imagen 13. Esquema del sistema de llenado

- Etiquetadora de la marca Auxema, las etiquetas son de papel y se utiliza cola caliente



Imagen 14. Fotografía de la etiquetadora

- Preformadora de cajas, las cajas llegan de la empresa de cartonajes sin montar y con la preformadora se montan las cajas. Tiene una capacidad máxima de preformado de 25 cajas minuto.



Imagen 15. Fotografía de la recepción de cajas y preformadora

- Codificador de botellas, una vez etiquetadas las botellas, estas pasan por el codificador, donde se marca la fecha y la hora de llenado
- Encajadora, después de codificarse las botellas, mediante un multifila llegan a la encajadora, donde se depositan las botellas sobre la caja.
- Control de peso, las cajas pasan por una báscula, donde se comprueba que se cumple con el peso establecido, rechazándose las que no llegan al peso.
- Precintadora, después de pasar por el control de peso, las cajas llegan a la precintadora, donde se cierra la caja y se precinta.
- Paletizador, las cajas llegan al paletizador, donde son depositadas encima de un palet. Las dimensiones del palet son 800X1200. Cada palet contiene 5 pisos de altura y lleva 12 cajas por piso, en total 360 botellas.

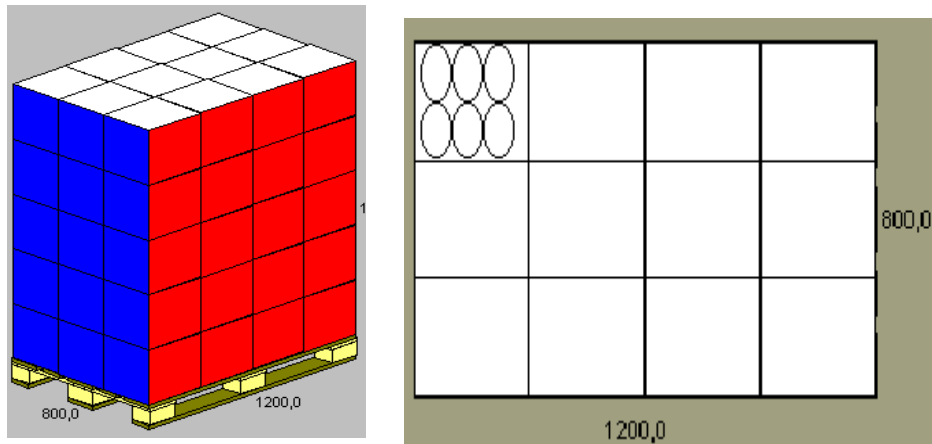


Imagen 16. Esquema del paletizado de las cajas

- Enfajadora, el palet mediante una cinta de rodillos, llega a la enfajadora, donde se enfaja el palet con un film estirable de polipropileno.



Imagen 17. Fotografía de palet enfajado

Desde la enfajadora, por el mismo camino de rodillos, el palet se traslada al almacén de producto acabado donde se colocan en estanterías.



Imagen 18. Fotografía del camino de rodillos

La nave del almacén de producto acabado tiene una superficie de 4.416,12 m² y tiene una capacidad para 6.000 palets que se colocan en estanterías que tienen 3 pisos de altura.

Nave del almacén del
producto acabado

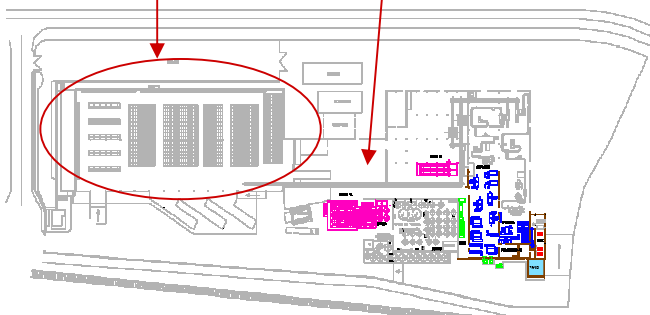


Imagen 19. Localización del almacén de producto acabado y fotografía del interior

2.9.2. Distribución del personal en la línea

En cada línea de envasado hay 4 personas, distribuidas:

- 1 persona situada entre las ordenadoras de botellas y la llenadora, controla que todas las botellas lleguen en condiciones a la llenadora y que no halla atascos.
- 1 persona situada en la etiquetadora, vigila que todas las botellas salgan con la etiqueta bien puesta.
- 1 persona en la encajadora y en el control de peso, controla que no halla atascos en el multifila y todas las botellas lleguen a la caja en condiciones.
- 1 persona en la preformadora de cajas, es la persona encargada de abastecer la maquina con cajas, para que las vaya preformando.

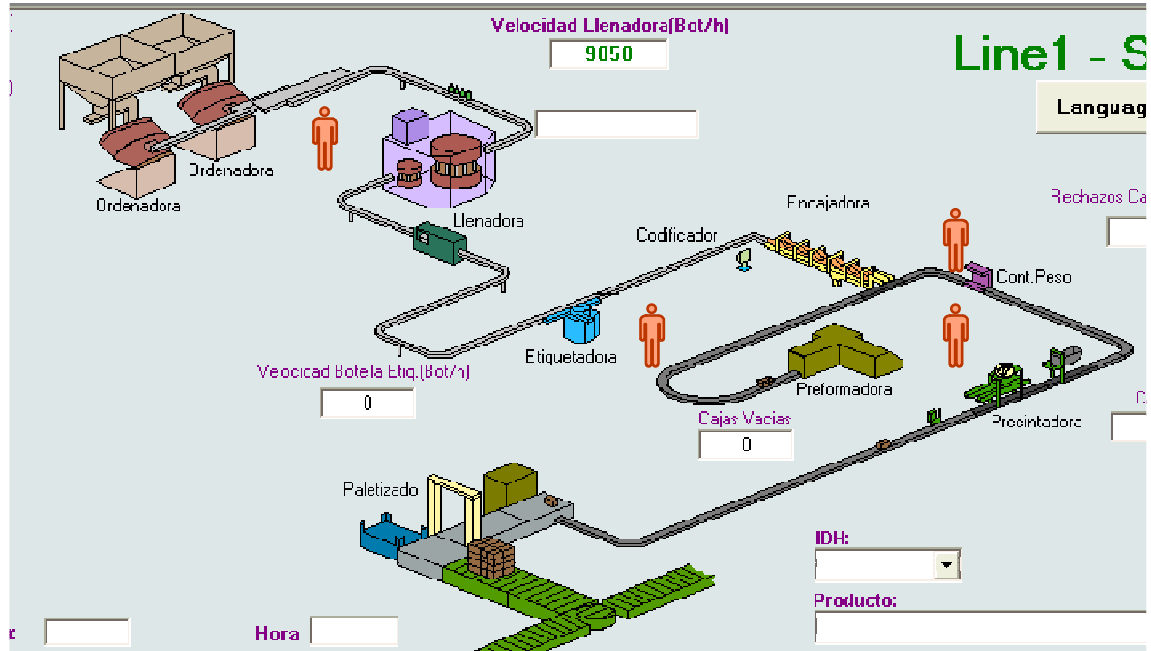


Imagen 20. Esquema de la línea de envasado y situación del personal de línea

2.10.Instalaciones auxiliares

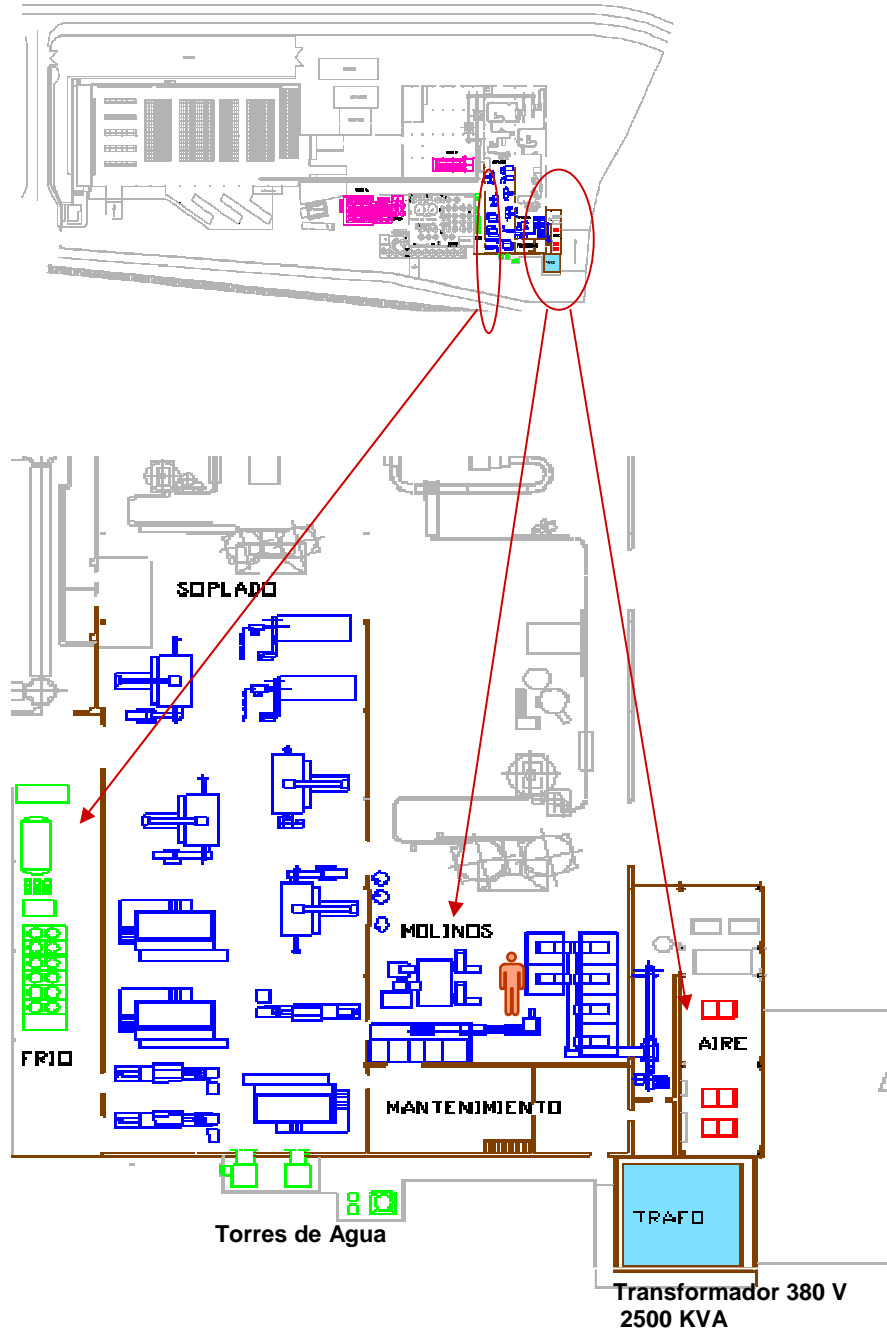


Imagen 21. Localización de las instalaciones auxiliares

2.10.1.Molinos

En la fabricación de envases, todo el material desechado del propio proceso o botellas que salen defectuosas, son llevados a los molinos para triturarlos y volver a reutilizar el material.

Los molinos están situados junto a la sección de soplado y hay una persona por turno encargada de su funcionamiento, recoger de las máquinas de soplado todo el material desechado, botellas que hallan salido defectuosas y proceder a la trituración.

El material que se recupera, se vuelve a introducir en el proceso productivo mezclado en una proporción del 15% con material virgen.

2.10.2.Frío

La instalación de Frío se utiliza para refrigerar el agua en un circuito cerrado, éste agua es usado para la refrigeración de los moldes en las máquinas de soplado y de inyección.

La instalación tiene 6 equipos de frío, de 70 Kilofrigorías/hora cada una, lo que supone una potencia instalada de 420 Kilofrigorías/hora, equivalente a 488 KW.

Las necesidades de la instalación son:

Máquinas	envases hora	Gramos envases	Kg. material hora	Necesidades de frío (Frigorías/Kg.	Total Frío
3 inyectoras	19.080	3,5	67	180	12.020
5 Magic	9.000	69,0	621	180	111.780
4 Aritz	8.640	69,0	596	180	107.309
TOTAL (Frigorías/hora)					231.109
TOTAL KW					257

Tabla 13. Tabla de cálculo de las necesidades de frío

La instalación todavía tiene una capacidad de frío disponible de 230 KW, para posibles ampliaciones en la nave de soplado.

2.10.3.Aire

La fábrica dispone de 5 compresores, para suministrar aire a la sección de Soplado y a la sección de Envasado.

En total tiene instalados 450 CV, que son suministrados por 2 compresores de 150 CV, 2 compresores de 55 CV y 1 compresor de 45 CV.

El mayor consumo de aire se origina en la sección de Envasado.

2.10.4.Torres de Agua

Mediante un ventilador se refrigera el agua que se utiliza para bajar la temperatura de la extrusora y del aceite de las máquinas.

3. PLAN DE MARKETING

Para poder estudiar el nuevo sistema de producción, primero nos basaremos en el Plan de Marketing y así poder dimensionar los elementos y conseguir mantener las eficiencias actuales en las líneas de envasado sistema. Sin perder de vista el objetivo principal de no incrementar los costes de producción.

3.1. Previsiones de venta

La compañía tiene 4 productos de venta en el mercado con base lejía y con el formato de botella oval 2 litros

- Lejía Desinfectante
- Lejía Perfumada
- Lejía Lavadora
- Lejía Densa

Debido a la gran competencia que tienen estos productos, principalmente de la marca de distribuidor “marca blanca”, las ventas previstas para el año 2010 representan un decremento del 2,5% en volumen con respecto al año 2009 y un 8,6% con respecto al año 2008.

En los últimos años la compañía ya había intentado frenar las caídas de ventas sacando al mercado la lejía Perfumada y la lejía Densa, que son 2 variedades de la lejía Desinfectante y de la lejía Densa respectivamente.

Estos 2 nuevos productos, desde que han salido al mercado tienen todos los años un incremento de ventas, pero no lograban compensar la caída de los otros 2 productos, que son los que más volumen de ventas tienen.

3.1.1.Previsión de ventas para el año 2010

La previsión de ventas para el año 2010 en volumen y en facturación, desglosada por producto es:





				Previsión de Ventas 2010		Facturación (sin IVA)	
Producto		Color Botella	Color Tapón	Litros	Miles Botellas	€/botella	Miles €
Lejía Desinfectante		Amarilla	Azul	42.150	21.075	0,55	11.591
Lejía Perfumada		Amarilla	Verde	5.340	2.670	0,65	1.736
Lejía Lavadora		Blanca	Rojo	34.150	17.075	0,70	11.953
Lejía Densa		Blanca	Amarillo	4.360	2.180	1,05	2.289
TOTAL				86.000	43.000		27.568

Tabla 14. Previsión de ventas y facturación para el año 2010 por producto

3.1.2.Previsión de ventas para el año 2011

Para el año 2011, las previsiones que tiene marketing, es que las ventas totales sigan cayendo con respecto al 2010, un 2,3% en volumen y un 2,2% en facturación, ya que esta caída de volumen no se va a poder compensar con una subida de precios para poder mantener el nivel de facturación del año pasado ya que se prevé que este año tampoco se van a poder subir los previos de venta.

Sólo las ventas de la lejía Perfuma, con un incremento del 2,5% y las ventas de la lejía Densa, con un incremento del 1%, mantienen la cuota de mercado.

	Previsión de Ventas 2011			Facturación 2011 (sin IVA)		
	Litros	% Variación s/2010	Miles Botellas	€/botella	Miles €	% Variación s/2010
Lejía Desinfectante	41.096	-2,5%	20.548	0,55	11.301	-2,5%
Lejía Perfumada	5.474	2,5%	2.737	0,65	1.779	2,5%
Lejía Lavadora	33.023	-3,3%	16.512	0,70	11.558	-3,3%
Lejía Densa	4.404	1,0%	2.202	1,05	2.312	1,0%
TOTAL	83.996	-2,3%	41.998		26.950	-2,2%

Tabla 15. Previsión ventas para el año 2011 y desviación con respecto al 2010

3.1.3. Distribución geográfica de la previsión de ventas del año 2011

El descenso de las ventas esta siendo proporcional en todas las zonas geográficas, por ese motivo el peso de las ventas por región esta siendo estable desde hace varios años.

La distribución geográfica de las ventas en cantidad por zonas es la siguiente:

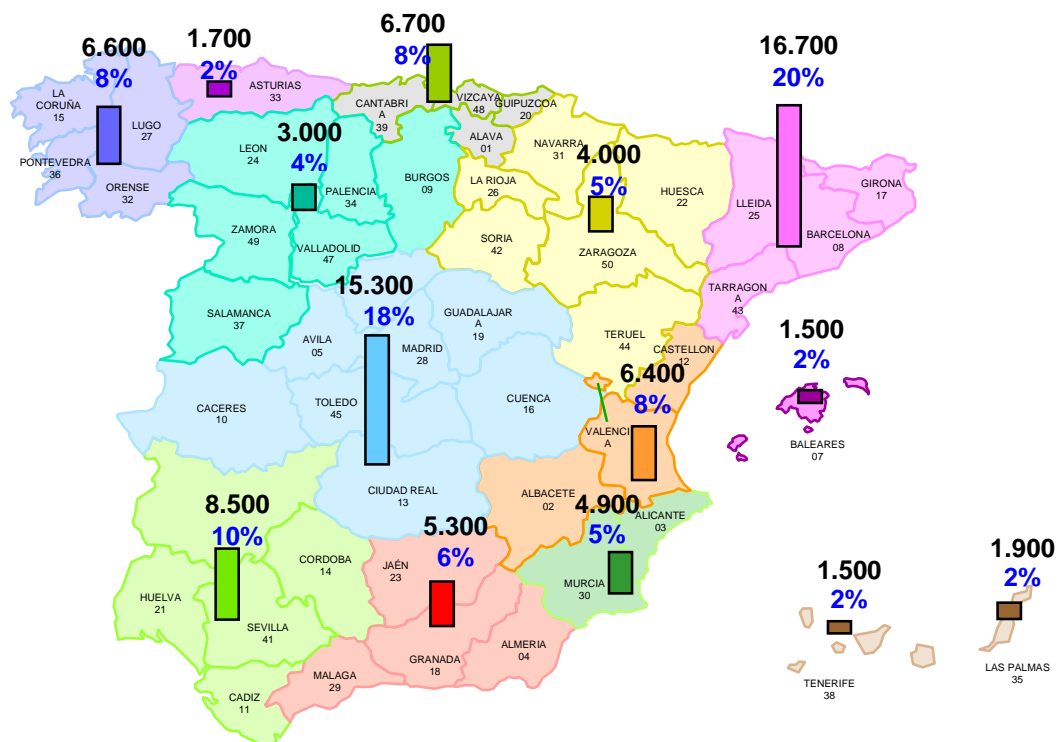


Imagen 22. Mapa con la distribución geográfica de las ventas en cantidad

3.2. Nueva estrategia de ventas para el año 2011

Una vez estudiada la distribución de las ventas y ver en que zonas esta más fuerte la competencia, y para lograr frenar la caída de las ventas que se esta sufriendo y que se prevé que seguirá en el año 2011, el departamento de Marketing propone lanzar al mercado 2 nuevos formatos de venta, el formato de 1,0 Lt y el de 4,0 Lt y así estar posicionado con todos sus productos en 3 formatos de venta, 1,0 Lt, el actual 2,0 Lt y 4,0 Lt.



Imagen 23. Fotografías de las botellas futuras y la actual de ventas

La estrategia de Marketing es la siguiente:

- Seguir posicionado en el mercado con el formato de 2,0 Lt para competir igual que ahora, con las marcas de fabricante.
- Con el formato de 1,0 Lt se pretende competir en precio con las marcas de distribuidor (marcas blancas), ofreciendo al consumidor la posibilidad de comprar el producto a un menor precio.
- Con el formato de 4,0 Lt se pretende fidelizar a los clientes, ofreciéndoles una mayor cantidad de producto a un menor €/Lt que con el formato de 2,0 Lt.

Con estos nuevos formatos, no sólo se prevé parar la caída de las ventas si no incluso incrementarlas, tanto en cantidad como en valor.

Pasando de una previsiones estimadas de ventas para el año 2011 de 83.996 litros a 98.000 litros, más 16,7%, que representa incluso un incremento de ventas con relación al año 2010, más 14,0%.

En los siguientes cuadros se desglosa por formato las ventas en cantidades y en valor.


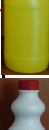





	Previsión de Ventas 2011									
	1 Litro		2 Litros		4 Litros		Total Litros			
	Litros	Miles botellas	Litros	Miles botellas	Litros	Miles botellas				
Lejía Desinfectante		5.856	5.856		39.041	19.521		3.123	1.464	48.021
Lejía Perfumada		780	780		5.200	2.600		416	195	6.396
Lejía Lavadora		4.706	4.706		31.372	15.686		2.510	1.176	38.587
Lejía Densa		628	628		4.183	2.092		335	157	5.146
TOTAL		11.969	11.969		79.797	39.898		6.384	2.992	98.150

Tabla 16. Previsión de ventas en cantidad con la nueva estrategia

Esta nueva previsión de ventas representa un incremento con relación a la previsión de ventas existente para el 2011 +16,7%

Con referencia a las ventas en valor se consigue incrementar un 22,2% con relación al año 2010, lo que representa que esta estrategia supone también un incremento de precios.

	Facturación (sin IVA)						Total Miles €
	1 Litro		2 Litros		4 Litros		
	€/botella	Miles €	€/botella	Miles €	€/botella	Miles €	
Lejía Desinfectante	0,33	1.903	0,55	10.736	1,05	1.530	14.170
Lejía Perfumada	0,38	292	0,65	1.690	1,24	241	2.223
Lejía Lavadora	0,40	1.882	0,70	10.980	1,33	1.565	14.427
Lejía Densa	0,58	361	1,05	2.196	2,00	313	2.870
TOTAL		4.439		25.603		3.648	33.690

Tabla 17. Previsión de ventas en valor con la nueva estrategia

Esta nueva previsión de ventas representa un incremento con relación a la previsión de ventas existente para el 2011 +25,0%

4. NUEVA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN

Una vez decidido por marketing la nueva estrategia de ventas, el departamento de ingeniería debe de definir la nueva distribución de máquinas de soplado.

4.1. Características de las botellas

						
	1 Litro		2 Litros		4 Litros	
	Cilindrica		Oval		Oval	
Medidas (largoxanchoxalto)	268X85		125x94x308		144x123x371	
Material	Polietileno		Polietileno		Polietileno	
Proveedor	Repsol		Repsol		Repsol	
Peso de la botella	39 grs.		68 grs.		128 grs.	
Colores	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo
Proveedor del colorante	Colorantes y Compuestos	Clariant	Colorantes y Compuestos	Clariant	Colorantes y Compuestos	Clariant
Porcentaje de colorante	1,0%	1,5%	1,0%	1,5%	1,0%	1,5%

Tabla 18. Características de las botellas

4.2. Nuevo diseño de soplado

Para poder soplar todas las necesidades de botellas, hacemos una nueva distribución de máquinas de soplado:

- Para el formato de 1 litro, ponemos en marcha las 2 sopladoras Sidel, que teníamos paradas, haciendo un pequeño mantenimiento y aprovechando que eran una sopladoras que ya habían fabricado estos envases y tenían los moldes de 1 litro instalados.

- Para el formato de 4 litros, adaptamos una de las sopladoras Artiz, que tenemos fabricando el envase de 2 litros y la colocamos los moldes de 4 litros.
- Para el formato de 2 litros, nos quedan las 5 sopladoras Magic y las 3 Aritz,

En el cuadro siguiente se detallan las características y capacidades con la nueva distribución de máquinas.





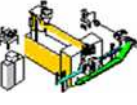
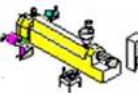
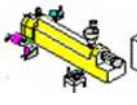
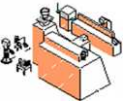
				
	2 Litros		4 Litros	1 Litro
Distribución de las sopladoras destinadas a la producción				
	MAGIC	ARITZ	ARITZ	SIDEL
Número de sopladoras	5	3	1	2
Cantidad de moldes por máquina	6	6	6	6
Ciclo de producción	12 segundos	10 segundos	12 segundos	10 segundos
Eficiencia global	90%	90%	90%	85%
Producción total anual	29.160	20.995	6.998	13.219
Necesidades anuales	22.121	17.778	2.992	11.969
% de ocupación	76%	85%	43%	91%

Tabla 19. Distribución de sopladoras por formato y producción de botellas

4.3. Nuevo diseño de envío de envases desde soplado a envasado

Una vez distribuidas las máquinas de soplado por envase y analizado las velocidades de la línea, se verifica que el sistema actual de envío de botellas directamente desde la sección de soplado a la sección de envasado, mediante unas tolvas ya no es valido.

Formato	Color envase	Velocidad soplado			Velocidad envasado		
		Botellas por minuto	Nº sopladora s	Total botellas soplado/ minuto	Botellas por caja	Velocidad preformado ra cajas minuto	Total botellas envasado /minuto
1 litro	Amarillo Blanco	27	2	54	18	25	450
2 litros	Amarillo	27	5	135	6	25	150
2 litros	Blanco	27	3	81	6	25	150
4 litros	Amarillo Blanco	13	1	13	4	25	100

Tabla 20. Tabla comparativa de las velocidades de soplado y envasado

La fabricación de envases es mucho más lenta que la velocidad de envasado, por este motivo se decide el construir unos silos externos en una nave para poder almacenar las botellas y así poder envasarlas cuando todas las botellas estén fabricadas y no perder velocidad de envasado.

El lugar elegido para construir la nave es el detallado en el mapa adjunto.

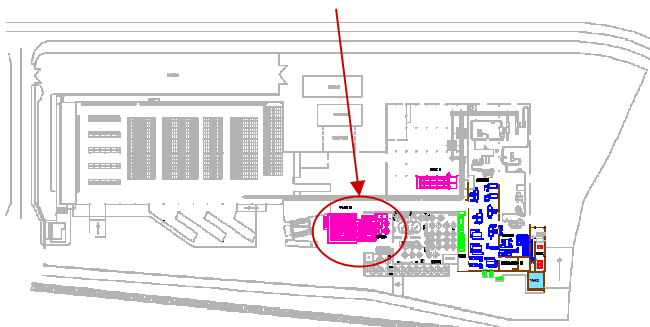


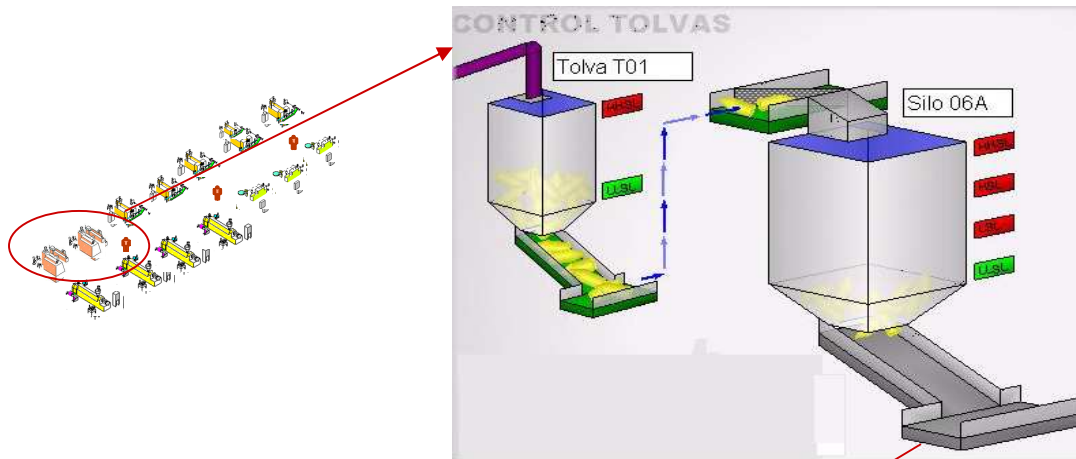
Imagen 24. Localización del lugar donde se instala la nave para los silos

4.3.1. Sistema de envío de botellas de soplado a envasado por silo

El sistema de envío es el siguiente:

- Las botellas se siguen enviando a las tolvas que han sido distribuidas por sopladora.
- Desde allí, mediante tubos de aire, las botellas son transportadas a la parte superior de la nave donde están los silos.
- En la parte superior de la nave hay una cinta transportadora, que une todos los silos.
- Las botellas son depositadas encima de la cinta transportadora y conducidas al silo correspondiente.
- La entrada al silo esta tapada con una rejilla, que cuando se abre cierra el paso de las botellas por la cinta transportadora y deja abierta la entrada del silo, cuando este se llena, se cierra y deja pasar las botellas por la cinta.
- Cuando las botellas son necesitadas por la sección de envasado, estas son descargadas del silo y mediante una cinta se envían a unos tubos de aire (efecto venturi) y de allí a las líneas.

Sección de Soplado



Sección de Envasado

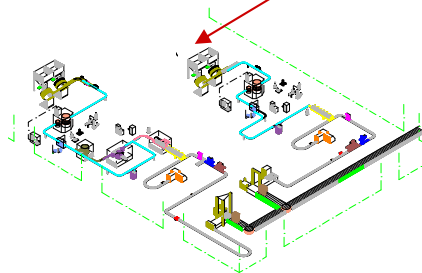


Imagen 25. Esquema del nuevo sistema de envío de botellas

5. MEMORIA CONSTRUCTIVA DE LA NAVE

5.1.Movimiento de tierras

Se realizará con medios mecánicos.

- Primero se realizará una limpieza general del terreno. Como la zona a construir esta dentro de la propia fábrica, no habrá ningún tipo de inconveniente más lejos de retirar los posibles pequeños residuos mediante camiones.
- Se instalará un vallado alrededor del perímetro de la zona de la obra a realizar. Las vallas tienen la función de evitar el libre acceso al solar de personas no acreditadas y así poder evitar cualquier tipo de accidentes que puedan sufrir.
- Seguidamente y según nos dice la norma, se deberá de realizar la compactación del terreno, cuyo objetivo es el de conseguir un buen asentamiento del mismo.
- Una vez se haya realizado tanto la explanación como la compactación del terreno, se deberán de excavar las zanjas, donde irán alojadas las vigas de atado de las zapatas, y se excavarán los pozos de cimentación, para recibir las zapatas de nuestra estructura.
- Realización de un nivelado del terreno y una compactación de tierras en el solar. Debido a que el suelo del terreno está bien nivelado, no será necesario hacer un nivelado del solar de gran importancia.
- Excavación de pozos para las zapatas y riostras, cimentación y muros de contención. La profundidad de los pozos para las zapatas de los pilares será la dada en los planos de cimentación.
- Al acabar todas operaciones, se realizará una comprobación de la situación, distancias, niveles y profundidades, para confirmar la buena interpretación del proyecto.

5.2. Estudio geotécnico

Gracias a los estudios geotécnicos, se pueden conocer las propiedades del terreno mencionadas anteriormente, ya que un estudio geotécnico no es otra cosa que un estudio que se realiza previamente al proyecto de un edificio y tiene por objetivo determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarios para definir el tipo y las condiciones de cimentación

Para los cálculos de las cimentaciones de este proyecto, se tomará el terreno como un terreno arcilloso, cuya tensión máxima admisible será de 2 kg/cm².

Se adjunta el estudio geotécnico en el anejo.

5.3. Cimentación

Para poder realizar las cimentaciones de forma correcta, se deberá de conocer previamente, las características del terreno donde se va a edificar, alguna de estas características son los materiales, la tensión admisible y la cohesión del terreno sobre el cual se edificará.

El dimensionamiento de secciones se realizara según la teoría de los Estados Limites Últimos (apartado 3.2.1. DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2. DB-SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

Los elementos de cimentación se dimensionan para resistir las cargas actuales y las reacciones inducidas. Para ello será preciso que las soluciones actuales sobre el elemento de cimentación se transmitan íntegramente al terreno.

El programa de cálculo empleado es el CYPE 2010.k Metal 3D.

Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para el sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.

Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento básico DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 - 4.5).

Para cada situación de dimensionado de la cimentación se distinguirá entre acciones que actúan sobre la nave y acciones geotécnicas que se transmiten al terrenos en que se apoya.

5.3.1.Cimentación de los pilares

Las cimentaciones para la estructura calculada, serán del tipo superficial y estarán formadas por zapatas rígidas de hormigón armado.

Para ver los detalles de la cimentación ver anejo.

Los materiales de los cuales se fabricarán las zapatas serán acero B-400S de resistencia característica $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$ para las barras corrugadas y HA-25 con una resistencia característica $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ para el hormigón.

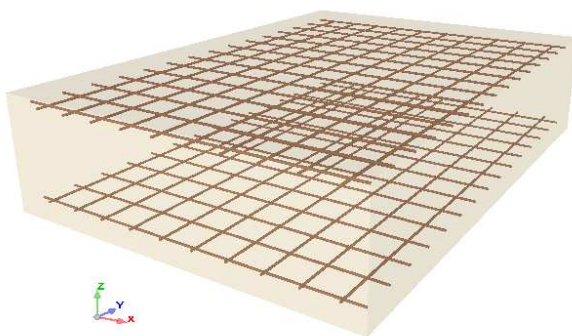


Imagen 26. Zapata de la nave

Las zapatas se dividirán en 3 grupos, en función de los esfuerzos a los que estén sometidas.

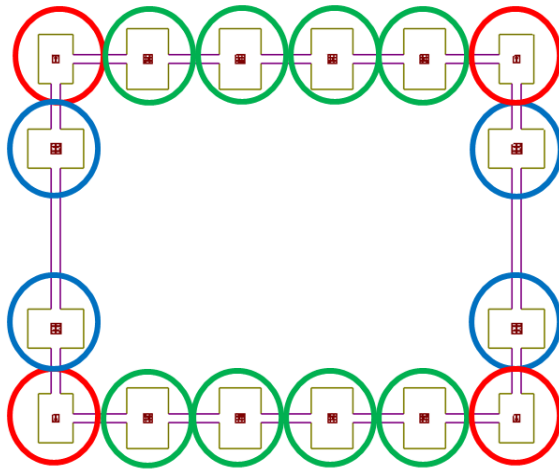


Imagen 27. Agrupación de las zapatas de la nave

Grupo 1: Cimentaciones exteriores laterales, serán las zapatas que soportarán los pilares exteriores de ambos laterales de la nave.

Estas zapatas son rectangulares y tendrán las medidas de 190 x 270mm con un espesor de 60mm y una cuantía de de armaduras en el eje X de 10Ø12 con una separación de 18cm y en el eje Y de 15Ø12 con una separación de 18cm.

Grupo 2: Cimentaciones exteriores frontales, estas zapatas serán las encargadas de soportar los pilares exteriores de ambos frontales de la nave.

Estas zapatas son rectangulares y tendrán las medidas de 255 x 175mm con un espesor de 55mm y una cuantía de de armaduras en el eje X de 13Ø12 con una separación de 20cm y en el eje Y de 9Ø12 con una separación de 20cm.

Grupo 3: Cimentaciones exteriores de las esquinas, estas zapatas serán las encargadas de soportar los pilares exteriores de ambos frontales de la nave.

Estas zapatas son rectangulares y tendrán las medidas de 160 x 220mm con un espesor de 50mm y una cuantía de de armaduras en el eje X de 7Ø12 con una separación de 22cm y en el eje Y de 10Ø12 con una separación de 22cm.

5.3.2. Vigas de atado

Todas las zapata se unirán entre ellas por medio de vigas de atado. Estas vigas de atado tienen una doble función, por un lado evitar desplazamientos horizontales de las zapatas, y por otro servir de apoyo para los cerramientos laterales de la nave.

Al igual que para las zapatas, para estas vigas de atado también se construirán con acero B-400S de resistencia característica $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$ para las barras corrugadas y HA-25 con una resistencia característica $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ para el hormigón.

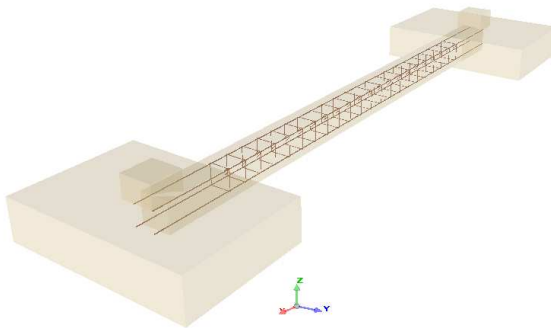


Imagen 28. Vigas de atado de la nave

Para ver detalles de las vigas de atado ver anejo.

Las vigas de atado perimetrales, que unirán las zapatas exteriores tendrán las siguientes dimensiones y cuantías:

Dimensiones: 40 x 40 cm.

Armadura superior: 2Ø12

Armadura inferior: 2Ø12

Diámetro de los cercos: Ø8

Separación de los cercos: 30

5.3.3.Placas de anclaje.

Para permitir una correcta fijación al suelo, se ha diseñado una placa de anclaje a instalar en la base de la columna.

La unión entre los pilares y las placas se ejecuta por soldadura, y para la unión entre las placas y las zapatas se realizarán mediante pernos. El material utilizado para las placas de anclaje será acero laminado S-275, para los pernos B 400 S, $Y_s=1.15$ y el hormigón HA-25, control estático.

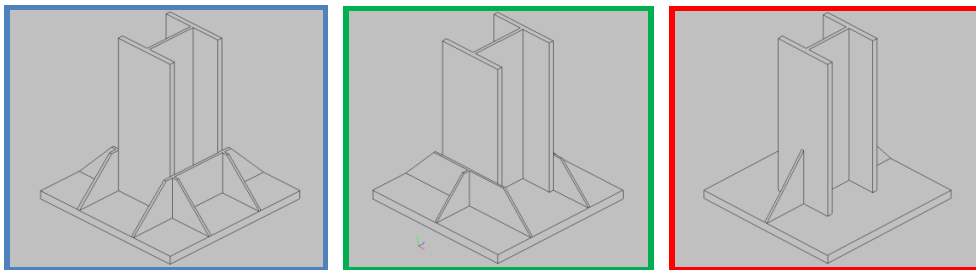


Imagen 29. Placas de anclaje de la nave

Las placas de anclaje se dividirán en 3 grupos, en función de los esfuerzos a los que estén sometidas, estos tres grupos son los mismos que los de la cimentación.

Grupo 1: Placas de anclaje exteriores laterales. Estas placas son cuadradas y tendrá las medidas de 400x400mm y un espesor de 20mm.

Presentará ocho agujeros de diámetro 16mm para permitir la entrada de los ocho pernos de anclaje de longitud 30cm e inclinados 90°.

Tiene rigidizadores en el eje X con un espesor de 6mm y en el eje Y con un espesor de 7mm. Estos rigidizadores tienen una altura de 100mm.

Grupo 2: Placas de anclaje exteriores frontales. Estas placas son cuadradas y tendrá las medidas de 450x450mm y un espesor de 25mm.

Presentará ocho agujeros de diámetro 20mm para permitir la entrada de los ocho pernos de anclaje de longitud 30cm e inclinados 90°.

Tiene rigidizadores en el eje X y Y con un espesor de 6mm. Estos rigidizadores tienen una altura de 100mm.

Grupo 3: Placas de anclaje exteriores de las esquinas. Estas placas son cuadradas y tendrá las medidas de 300x300mm y un espesor de 15mm.

Presentará ocho agujeros de diámetro 14mm para permitir la entrada de los ocho pernos de anclaje de longitud 35cm e inclinados 90°.

Tiene rigidizadores en el eje Y con un espesor de 5mm. Estos rigidizadores tienen una altura de 100mm.

5.4.Estructura de la nave

El acero que se utilizará para la construcción de la estructura metálica de la nave es principal mente S275, que tienen unas características mínimas de:

Tensión de límite elástico	275 N/mm ²
Tensión de ruptura	410 N/mm ²
Módulo de elasticidad	210.000 N/mm ²
Módulo de rigidez	81.000 N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0,3
Coefficiente de dilatación térmica	1,2.10 ⁻⁵ °C ⁻¹
Densidad	7.850 kg/m ³

Tabla 21. Características del acero S275

5.4.1.Nave a dos aguas

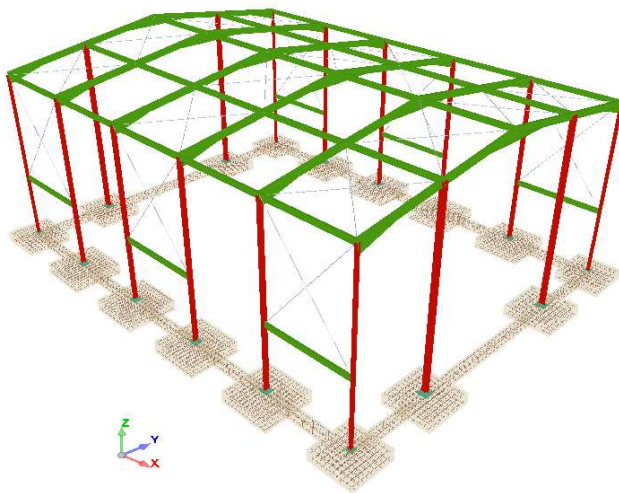


Imagen 30. Vista 3D de la nave

En esta tabla se podrán ver las características de la nave.

Dimensiones en planta	16 m luz. X 21 m fondo
Altura útil y total de la nave	Útil 8m y total 9,129m
Inclinación de la cubierta	8 °
Luz entre ejes	16 m
Separación entre pórticos	4,2 m

Tabla 22. Características de la nave

- Ubicación de la nave: Ds. Casa de Buenavista nº 76, en Alcalá de Guadaira (Sevilla).
- Servicio de la nave: La utilización de la nave será la de almacenamiento de botellas vacías de plástico.

Para la estructura de la nave se han seleccionado paneles tipo sándwich de la empresa HIPERTEC, contando con los catálogos ofrecidos por la casa, para la elección mediante cálculos de los elementos más apropiados para la edificación de la nave.

**CÁLCULO DE UNA NAVE INDUSTRIAL Y DE LA
LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE SILOS
PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE LIMPIEZA DEL HOGAR**



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

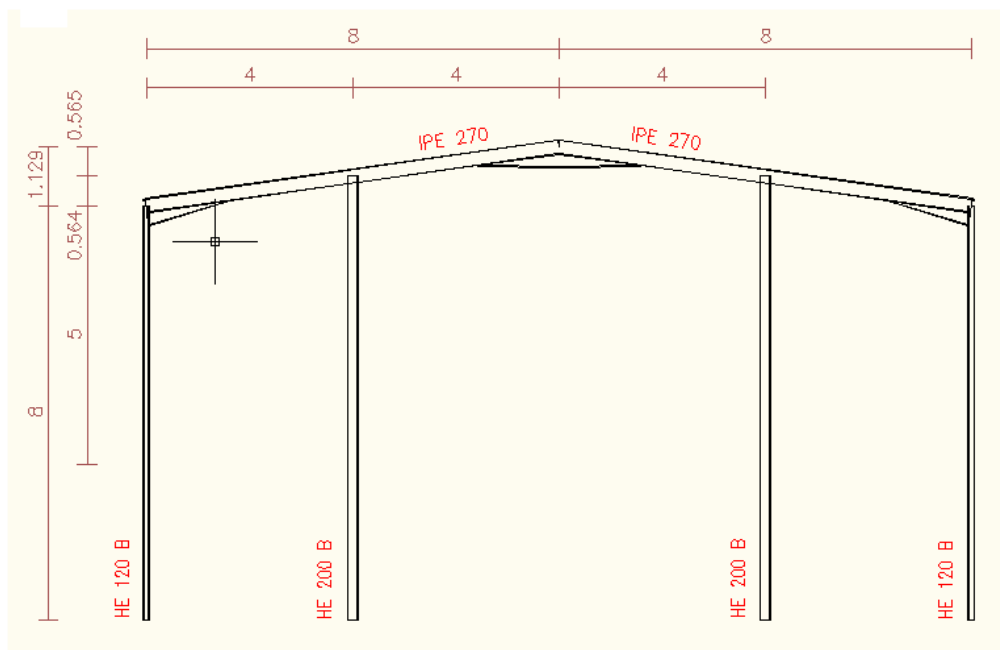


Imagen 31. Vista frontal de la nave

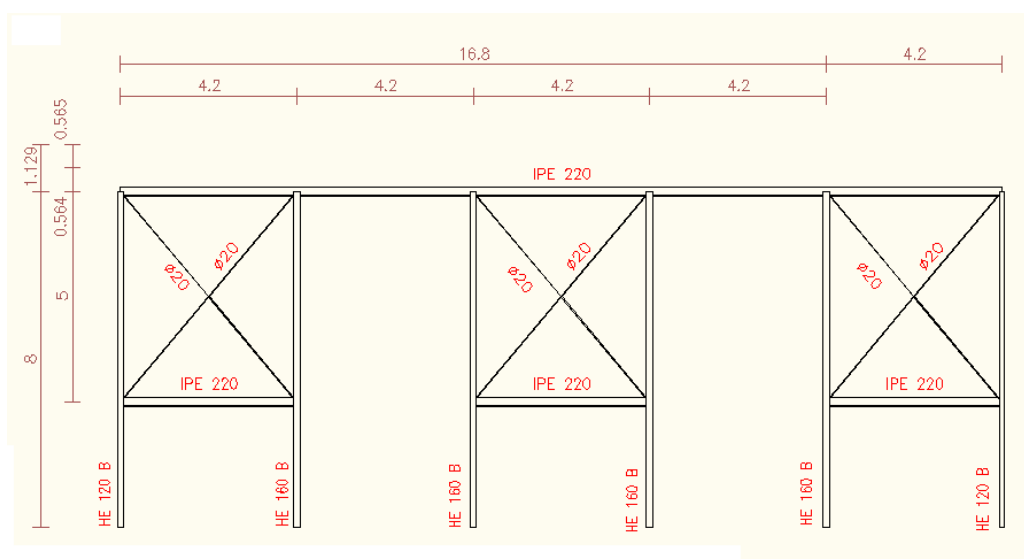
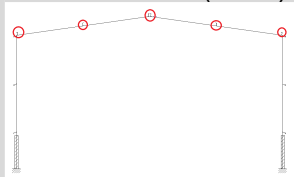
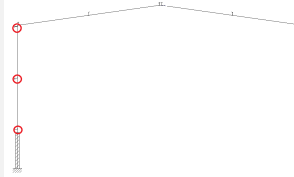
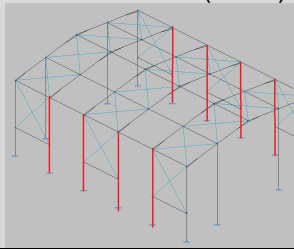
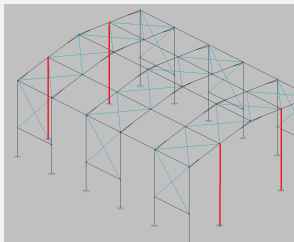


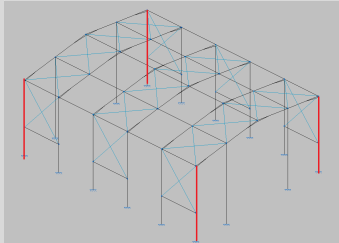
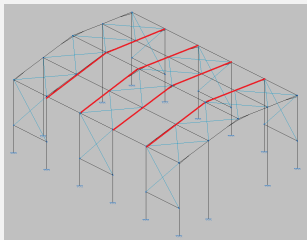
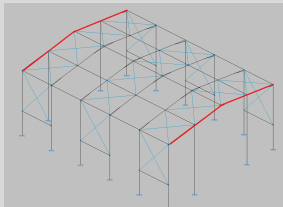
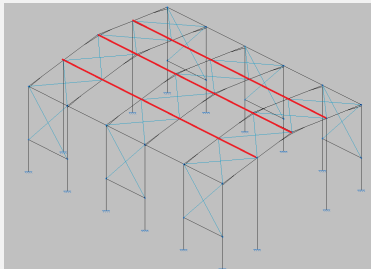
Imagen 32. Vista lateral de la nave

5.5. Definición, agrupación y redimensionado de las barras

A excepción de las correas (S-235), el resto de las barras de la estructura metálica serán de acero S-275, por ser el material más común en la construcción de estructuras metálicas.

A continuación se muestra una tabla resumen de los perfiles de cada barra.

Grupo de barra	Perfil
Correas cubierta	<p>Perfil: ZF-180x2.5 Material: acero (S235)</p> 
Correas laterales	<p>Perfil: ZF-160x2.5 Material: acero (S235)</p> 
Pilares laterales	<p>Perfil: HE160B Material: acero (S275)</p> 
Pilarillos hastiales	<p>Perfil: HE200B Material: acero (S275)</p> 

Pilarillos frontales	<p>Perfil: HE200B Material: acero (S275)</p> 
Dinteles pórtico central	<p>Perfil: IPE 270, simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.62m. Cartela final inferior: 1.62m.) Material: acero (S275)</p> 
Dinteles pórtico hastiales	<p>Perfil: IPE 270, simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.62m. Cartela final inferior: 1.62m.) Material: acero (S275)</p> 
Vigas arrostramiento de cubierta	<p>Perfil: SHS 70x3 Material: acero (S275)</p> 

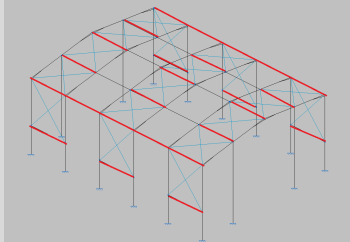
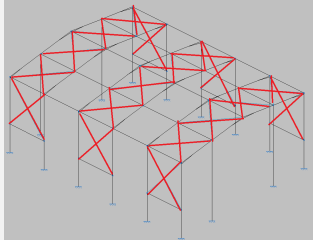
Vigas de atado	<p>Perfil: SHS 70x3 Material: acero (S275)</p> 
Cruces de San Andrés	<p>Perfil: Ø20 Material: acero (S275)</p> 

Tabla 23. Tabla resumen de los perfiles de cada barra

5.5.1. Características mecánicas de las barras

Material		Descripción	A (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _{xx} (cm ⁴)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	HE 120 B , (HEB)	34.00	864.4	317.5	13.84
		IPE 270, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 1.62 m. Cartela final inferior: 1.62 m.	45.90	5790	419.9	15.94
		HE 160 B , (HEB)	54.30	2492	889.2	31.24
		IPE 220, (IPE)	33.40	2772	204.9	9.07
		Ø20, (Redondos)	3.14	0.79	0.79	1.57

Tabla 24. Características mecánicas de los perfiles

Notación:

A: Área de la sección transversal

I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'

I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'

I_{xx}: Inercia a torsión

Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

5.6.Uniones

Las uniones entre las barras de toda la estructura de la nave se harán con soldadura. El cumplimiento básico de las soldaduras será resistir las solicitaciones a que estarán sometidas las barras de la estructura.

Para el cálculo de las uniones se usará el CTE DB SE-A, se determinarán los espesores y las longitudes de los cordones necesarios para la transmisión de las cargas.

5.7.Pavimento

Los pavimentos estarán compuestos por una capa de gravas de 15 cm de grueso, una capa de 20 cm de grosor de hormigón HA-25 con malla electro soldada de 15 x 15 de 8 mm de diámetro.

Entre la capa de gravas y la capa de hormigón se dispondrá una lámina de polietileno para minimizar el roce entre las capas, evitar contaminaciones en el hormigón y la subida de aguas por capilaridad, así como la desecación del hormigón.

Se dispondrá una capa de revestimiento RINOL Suelastic Standard, es una capa de rodadura industrial en dos capas, a base de mortero modificado con resinas acrílicas de espesor 12 mm. Esta es ignífuga, de fácil mantenimiento y tiene una buena resistencia a la abrasión.

5.8.Cerramientos

5.8.1.Cubierta

El tipo de cubierta elegida es la cubierta a 2 aguas, está formada por paneles tipo sándwich de la casa HIPERTEC y es un panel con un aislamiento de lana de roca, un espesor de 100mm y proporcionándonos una resistencia al fuego de RF-120. Se fija mediante tornillos autorroscantes collados directamente a las correas.

5.8.2.Laterales

Los cerramientos laterales, están formados por paneles tipo sándwich de la casa HIPERTEC y es un panel con un aislamiento de lana de roca, un espesor de 100mm y proporcionándonos una resistencia al fuego de RF-120. Se fija mediante tornillos autorroscantes collados directamente a las correas.

5.8.3.Muro Perimetral

El muro constará de 2 metros de altura con bloques de hormigón. En este muro se situarán dos puertas de acceso a la nave.

5.9.Puertas

La nave contara de dos entradas una por la parte delantera de la nave y otra por la parte trasera, estas puestas de acceso a la nave son las mismas que las de emergencia.

Las dimensiones de las 2 puertas de emergencia son de 1x2m, cumpliendo las dimensiones mínimas exigidas:

La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0'60m ni exceder de 1'20m.

En los anexos podremos ver la puerta escogida.

6. MEMORIA CONSTRUCTIVA DEL SILO

6.1.Movimiento de tierras

El movimiento de tierras para alojar los silos se realizara junto con los de la nave de esta manera, cuando realicemos los pozos para la nave realizaremos también los pozos para alojar los silos. De esta manera no habrá que repetir las operaciones ya realizadas para la nave.

Para ver con detalle el movimiento de tierras ir al apartado de movimiento de tierras de la nave.

La profundidad de los pozos para las zapatas de los perfiles SHS será la dada en los planos de cimentación para silos.

Al acabar todas operaciones, se realizará una comprobación de la situación, distancias, niveles y profundidades, para confirmar la buena interpretación del proyecto

6.2.Estudio geotécnico

Gracias a los estudios geotécnicos, se pueden conocer las propiedades del terreno mencionadas anteriormente, ya que un estudio geotécnico no es otra cosa que un estudio que se realiza previamente al proyecto de un edificio y tiene por objetivo determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarios para definir el tipo y las condiciones de cimentación.

Para los cálculos de las cimentaciones de este proyecto, se tomará el terreno como un terreno arcilloso, cuya tensión máxima admisible será de 2 kg/cm².

Se adjunta el estudio geotécnico en el anejo.

El estudio geotécnico para la realización de la nave será el mismo que para la realización del silo.

6.3.Cimentación

Para poder realizar las cimentaciones de forma correcta, se deberá de conocer previamente, las características del terreno donde se va a edificar, alguna de estas características son los materiales, la tensión admisible y la cohesión del terreno sobre el cual se edificará.

El dimensionamiento de secciones se realizara según la teoría de los Estados Limites Últimos (apartado 3.2.1. DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2. DB-SE).

El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

Los elementos de cimentación se dimensionan para resistir las cargas actuales y las reacciones inducidas. Para ello será preciso que las soluciones actuales sobre el elemento de cimentación se transmitan íntegramente al terreno.

El programa de cálculo empleado es el CYPE 2010.k Metal 3D.

Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para el sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.

Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento básico DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 - 4.5).

Para cada situación de dimensionado de la cimentación se distinguirá entre acciones que actúan sobre la nave y acciones geotécnicas que se transmiten al terrenos en que se apoya.

6.3.1.Cimentación de los perfiles

Las cimentaciones para la estructura calculada, serán del tipo superficial y estarán formadas por zapatas rígidas de hormigón armado.

Para ver los detalles de la cimentación ver anejo.

Los materiales de los cuales se fabricarán las zapatas serán acero B-400S de resistencia característica $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$ para las barras corrugadas y HA-25 con una resistencia característica $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ para el hormigón.

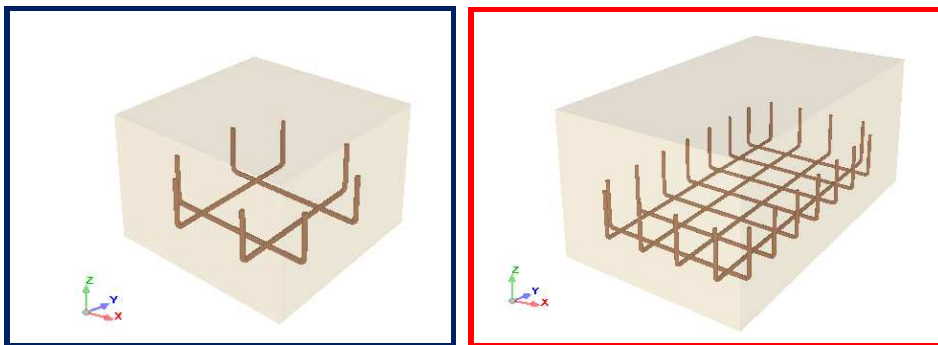


Imagen 33. Vista de 2 tipos de zapatas

Las zapatas se dividirán en 2 grupos, en función de los esfuerzos a los que estén sometidas.

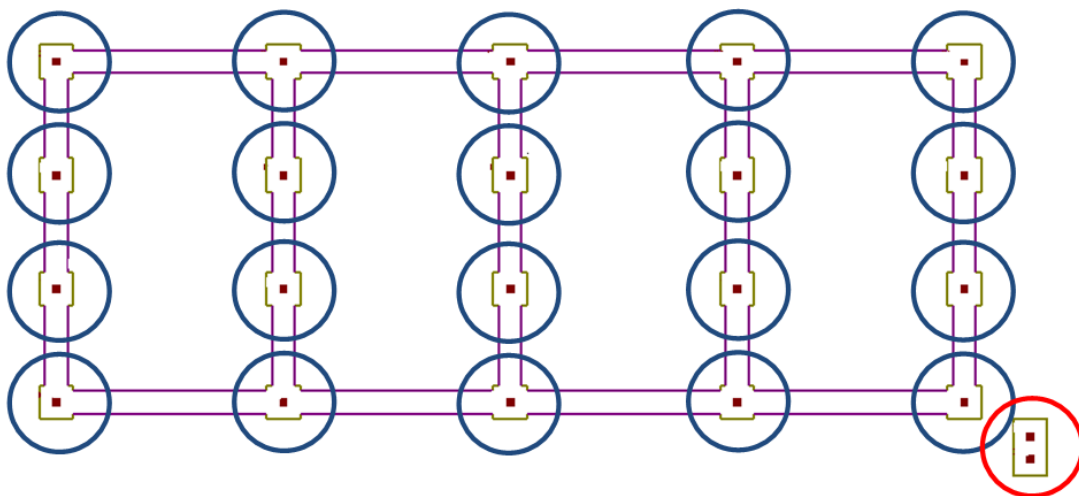


Imagen 34. Vista de las cimentaciones del silo y de la escalera

Grupo 1: Cimentaciones del silo, estas zapatas serán las encargadas de soportar los perfiles de apoyo del silo.

Estas zapatas son cuadradas y tendrán las medidas de 60 x 60mm con un espesor de 40mm y una cuantía de de armaduras en el eje X y Y de 2Ø16 con una separación de 25cm.

Grupo 2: Cimentaciones de la escalera, estas zapatas serán las encargadas de soportar perfiles de apoyo de la escalera.

Estas zapatas son rectangulares y tendrán las medidas de 60 x 100mm con un espesor de 45mm y una cuantía de de armaduras en el eje X de 4Ø12 con una separación de 12,5cm y en el eje Y de 4Ø12 con una separación de 12,5cm.

6.3.2. Vigas de atado

Todas las zapata se unirán entre ellas por medio de vigas de atado. Estas vigas de atado tienen la función de evitar desplazamientos horizontales de las zapatas.

Al igual que para las zapatas, para estas vigas de atado también se construirán con acero B-400S de resistencia característica $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$ para las barras corrugadas y HA-25 con una resistencia característica $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ para el hormigón.

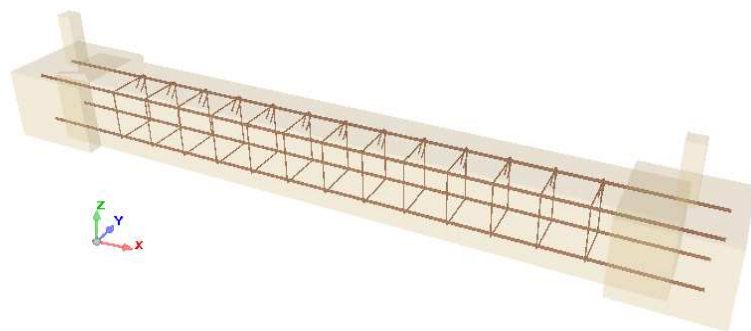


Imagen 35. Vista de una viga de atado

Para ver detalles de las vigas de atado ver anejo planos cimentación.

Las vigas de atado perimetrales, que unirán las zapatas exteriores tendrán las siguientes dimensiones y cuantías:

Dimensiones: 40 x 40 cm

Armadura superior: 2Ø16

Armadura inferior: 2Ø16

Diámetro de los cercos: Ø8c

Separación de los cercos: 30

6.3.3.Placas de anclaje.

Para permitir una correcta fijación al suelo, se ha diseñado una placa de anclaje a instalar en la base de la columna.

La unión entre los pilares y las placas se ejecuta por soldadura, y para la unión entre las placas y las zapatas se realizarán mediante pernos. El material utilizado para las placas de anclaje será acero laminado S-275, para los pernos B 400 S, $Y_s=1.15$ y el hormigón HA-25, control estático.

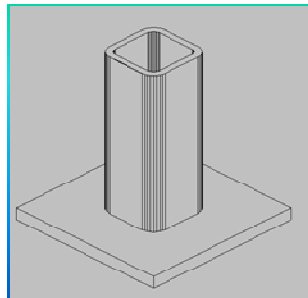


Imagen 36. Vista de una placa de anclaje

Las placas de anclaje se dividirán en 2 grupos, en función de los esfuerzos a los que estén sometidas, estos dos grupos son los mismos que los de la cimentación.

Grupo 1: Placas de anclaje del silo.

Estas placas son cuadradas y tendrá las medidas de 100x100mm y un espesor de 7mm.

Presentará cuatro agujeros de diámetro 6mm para permitir la entrada de los cuatro pernos de anclaje de longitud 25cm e inclinados 90°.

Grupo 2: Placas de anclaje de la escalera.

Estas placas son cuadradas y tendrá las medidas de 100x100mm y un espesor de 4mm.

Presentará cuatro agujeros de diámetro 6mm para permitir la entrada de los cuatro pernos de anclaje de longitud 30cm e inclinados 90°.

6.4.Estructura de los silos

Volumen de cada silo es de 78,5 m³.

La nave dispone de 8 silos de almacenamiento de botellas, lo que proporciona un volumen de almacenamiento de 628 m³.

Cada lado de la nave contiene 4 silos, al ser estos silos simétricos, realizaremos el cálculo de los 4 silos.

La boca de entrada del silo tiene unas dimensiones de 1 x 0,65 m y la salida de 0,752 x 6 m.

La altura del silo es de 5,4 m y posee un ángulo de inclinación de 360 con respecto a la horizontal.

Para acceder a la parte superior de los silos hemos de utilizar una escalera fija de 4 m de altura.

A 4 metros de altura nos encontramos una plataforma que nos permitirá movernos por los alrededores de los silos.

La chapa de la tolva será de acero S275 remachada a una estructura de refuerzo ejecutada mediante perfiles de acero conformado S275.

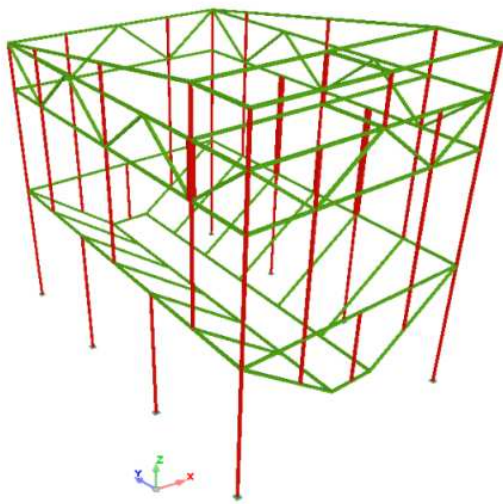


Imagen 37. Vista de un silo

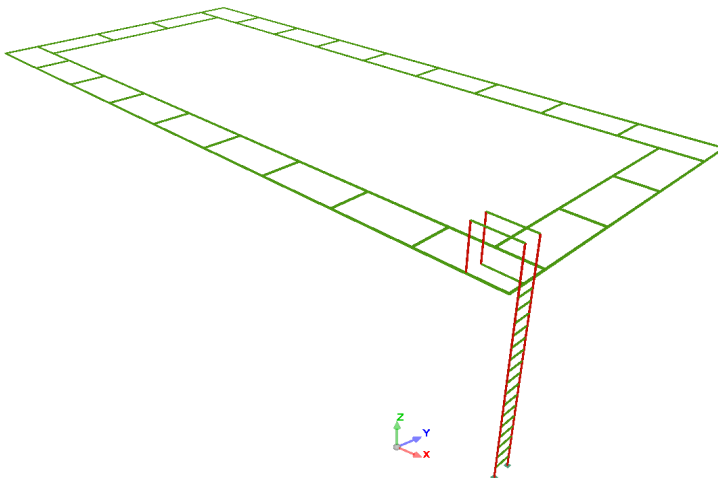


Imagen 38. Vista de la planta superior

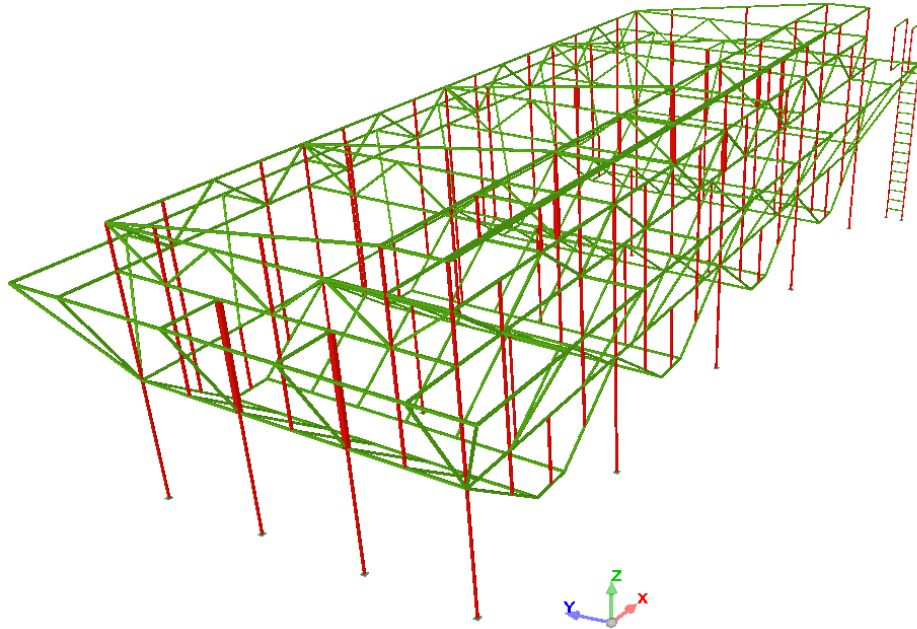


Imagen 39. Vista total de los 4 silos con su planta superior

6.4.1. Definición, agrupación y predimensionado de las barras

Los perfiles utilizados en esta obra son perfiles SHS de 40 lo que modificamos es el grosor dependiendo de la carga que tenga que soportar tendrá un grosor u otro.

Para la escalera se ha escogido un perfil SHS 30.

Que todos los perfiles sean iguales exteriormente nos facilitara las uniones entre ellos. Las uniones entre los perfiles se realizaran mediante tornillos.

Para ver el tipo de perfil que hemos utilizado a la hora de la de la creación del silo, se explicara de una manera esquemática, mediante dibujos remarcados con colores según el perfil utilizado.

Las barras de la estructura metálica serán de acero S-275, por ser el material más común en la construcción de estructuras metálicas.

Para la explicación del tipo de perfil utilizado para cada ocasión hemos dividido la estructura en 3 partes:

- Silo
- Escalera
- Plataforma

Y para saber el tipo de perfil la hemos recubierto de colores para saber el tipo de perfil del que estamos hablando.

- Las barras de color rojo son SHS 40 x 4
- Las barras de color verde son SHS 40 x 3
- Las barras de color azul son SHS 30 x 3

6.4.1.1.Silo

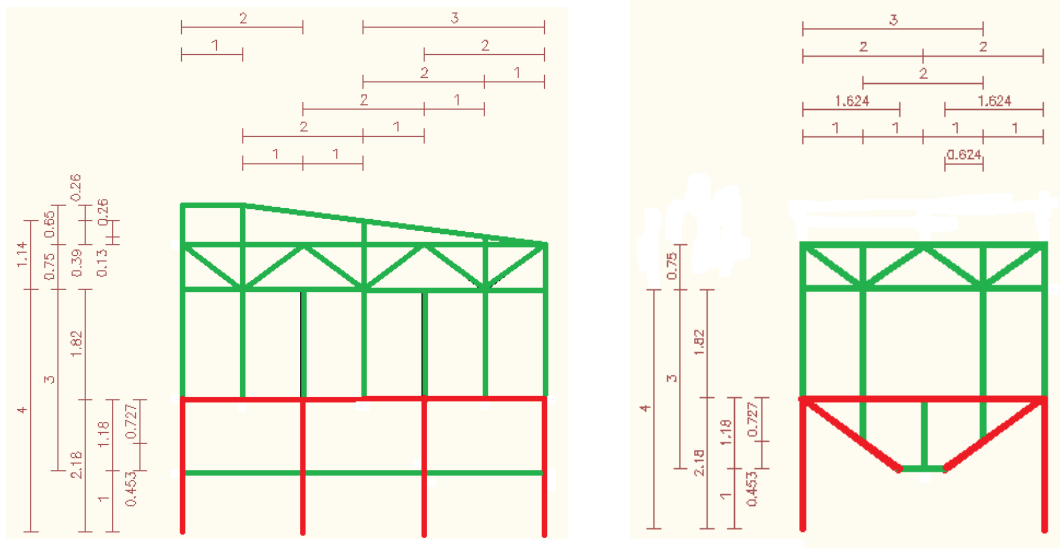


Imagen 40. Esquema del silo

6.5. Características mecánicas de las barras

Material		Descripción	A (cm ²)	I _{yy} (cm ²)	I _{zz} (cm ²)	I _t (cm ²)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	SHS 40x3.0, (Cold Formed SHS)	4.20	9.25	9.25	15.71
		SHS 40x4.0, (Cold Formed SHS)	5.34	10.92	10.92	19.31
		SHS 30x3.0, (Cold Formed SHS)	3.00	3.45	3.45	6.11

Tabla 25. Características mecánicas de las barras

Notación:

A: Área de la sección transversal

I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'

I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'

I_{xx}: Inercia a torsión

Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

6.6. Cerramientos

Para los cerramientos del silo se han elegido una chapa de acero inoxidable de 1mm de grosor

6.7. Uniones

Las uniones entre las barras de toda la estructura del silo se harán con tornillos. El cumplimiento básico de las uniones será resistir las solicitaciones a que estarán sometidas las barras de la estructura.

Para el cálculo de las uniones se usará el CTE DB SE-A, se determinarán los espesores y las longitudes de los cordones necesarios para la transmisión de las cargas.



Imagen 43. Uniones del silo

7. MEMORIA DE CÁLCULO DE LA NAVE

7.1.Descripción del sistema estructura

El tipo de estructura proyectada será una estructura metálica de pilares y vigas. La estructura se realizará con paneles sándwich.

Esta consiste básicamente en una estructura perimetral de pilares de de acero HEB y cubierta a dos aguas, formada por jácenas de perfiles IPE.

El entrevigado de la cubierta de la nave se realiza con paneles sándwich resistentes al fuego.

Normativa considerada

- CTE-SE. Seguridad estructural
- SE 1. Resistencia y estabilidad
- SE 2. Aptitud al servicio
- DB.CTE-SE-C. Seguridad estructural cimentación
- NCSE-02. Normativa de construcción sismorresistente
- EHE-08. Instrucción de hormigón estructural.

Se tiene también en cuenta el cumplimiento del DB SI-6. Resistencia al fuego de la estructura y el cumplimiento del CTE-SI. Seguridad en caso de incendio.

En los siguientes apartados definiremos los siguientes procesos de ejecución de la obra.

7.2.Acciones consideradas en el cálculo

Las acciones que se considerarán en el cálculo de la estructura son las establecidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Según esta norma la clasificación de las acciones es la siguiente:

- Acciones permanentes
- Acciones variables
- Acciones accidentales

7.2.1. Acciones permanentes.

Como su nombre indica, se trata de aquellas acciones que actúan de forma permanente en la estructura sea cual sea el estado de carga al que se encuentran sometidas.

Dentro de este grupo podemos distinguir los siguientes tipos de acciones permanentes:

- Peso Propio: Carga debido al peso de los elementos resistentes.
- Acciones del terreno: Producidas por el empuje activo o pasivo del terreno sobre las partes del edificio en contacto con él.

7.2.2. Acciones variables.

Se trata de aquellas acciones que no actúan de forma permanente sobre la estructura, sino que se dan en determinadas situaciones de carga.

Dentro de estas podemos distinguir:

- Sobrecarga de uso: Debido al peso de los elementos que pueden gravitar durante el uso, incluso durante la ejecución. La norma indica una serie de valores en función del uso que vaya a tener la estructura.
- Viento: Al tratarse de una nave situada en Alcalá de Guadaira (Sevilla), aplicamos lo dispuesto en el DB-SE-AE.



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Imagen 44. Mapa del valor básico de la velocidad del viento

Los parámetros que intervienen en el cálculo relacionados con las acciones del viento son los que se especifican a continuación:

- Altura de coronación del edificio: 9.129m
 - Zona eólica: A
 - Presión dinámica del viento: 0,42 kN/m²
 - Coeficiente para el tipo de entorno: IV (Zona Urbana en general industrial o forestal)
- Acciones térmicas y reológicas: En base al CTE-SE-AE, no es preceptivo es estudio de acciones térmicas ni reológicas en estructuras formadas por pilares y vigas puesto que ningún elemento de la estructura sobrepasa los 50m.
 - Nieve: Al tratarse de una nave situada en Alcalá de Guadaira (Sevilla), aplicamos lo dispuesto en el DB-SE-AE.

Los parámetros que intervienen en el cálculo relacionados con las acciones de la nieve son los que se especifican y se obtiene una carga de nieve de 0,2kN/m².



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Imagen 45. Mapa de las zonas climáticas de invierno

7.2.3. Acciones accidentales.

Se trata de aquellas acciones que ocurren de forma fortuita e inesperada en la estructura y frente a las cuáles debe estar preparada.

Dentro de esta clasificación podemos encontrar las acciones debidas a movimientos sísmicos, incendios, impactos, etc.

Según la norma sismorresistente NCSE-02 en su apartado de criterios de aplicación, no es obligatorio aplicar dicha norma es construcciones de moderada importancia, es decir, aquellas construcciones con probabilidad despreciable de que su destrucción por terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos a terceros.

No consideraremos la carga.

7.3.Cálculo de los paneles sándwich

Para calcular el panel sándwich que hemos de emplear en la estructura deberemos tener en cuenta diversas cargas, que estarán presentes y nos podrán afectar a la colocación de los paneles sándwich.

7.3.1.Carga del viento

En este anexo se mostrará cómo deben calcularse las cargas de viento en los paramentos de la nave y en la cubierta en función de la dirección desde la que azota el viento según el Código Técnico de Edificación.

No obstante, en este apartado no se calcularán todas las cargas de viento que afectan a la estructura.

La estructura se carga frente al viento, como indica el CTE-DB-SE-AE. Se comienza en el epígrafe 3.3, en el que se indica que:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

q_e = presión estática del viento en kN/m²

q_b = presión dinámica del viento en kN/m²

c_e = coeficiente de exposición adimensional de acuerdo con el subepígrafe 3.3.3

c_p = coeficiente eólico o de presión adimensional. Tomará valores positivos (presión) o negativos (succión), de acuerdo con el subepígrafe 3.3.5

7.3.1.1.Presión dinámica

En el Anejo D del citado documento básico, en su epígrafe D.1, subepígrafe 4 indica que para naves situadas en zona eólica A le corresponde una presión dinámica de viento de 0,42 kN/m².

7.3.1.2. Coeficiente de exposición

El coeficiente de exposición se calculará tomando la fórmula D.2 y D.3 del epígrafe D.2 del anejo D.

Estos coeficientes tendrán un valor aproximado de:

$$ce = F \cdot (F + 7K)$$

$$F = K \cdot \ln(\max(z, Z) / L)$$

De la tabla D.2 obtenemos los coeficientes para el tipo de entorno, como nuestra nave está en una zona industrial elegiremos el grupo IV (zona urbana en general, industrial o forestal).

Los parámetros obtenidos por la tabla D.2 son: $K=0,22$, $L=0,3m$ y $z=5,0m$.

De esta manera obtenemos el valor de coeficiente de exposición que en nuestro caso es de 1,34.

Este último coeficiente lo encontraremos en el anejo D.3.

Se buscarán los coeficientes a aplicar en las paredes y en la cubierta:

- Viento en paramentos verticales, en la tabla D.3 tenemos los coeficientes de presión exterior. Como todas las zonas tienen una superficie mayor a $10m^2$, se toma la primera fila de esta tabla y entramos por la subfila que corresponda según el valor de $h/d = 9,124/16 = 0,57$, por tanto los valores de c_p serán para cada zona los recogidos en la tabla D.3. De esta tabla cogeremos el valor más alto ya que será el más desfavorable para la estructura; $c_p = 1,2$.
- Viento en cubiertas a dos aguas, en la tabla D.6 tenemos los coeficientes de presión exterior. Como todas las zonas tienen una superficie mayor a $10m^2$, se toma la primera fila de esta tabla y entramos por la subfila que corresponda al

ángulo de la cubierta que en nuestra nave es de 8° es decir que para las tablas cogeremos el valor de 15° , por tanto los valores de c_p serán para cada zona los recogidos en la tabla D.6.

En este apartado tenemos dos; con dirección del viento de -45° a 45° y otra de 45° a 135° cogeremos el valor más alto de estas dos tablas.

De esta tabla cogeremos el valor más alto ya que será el más desfavorable para la estructura; $c_p=1,3$.

Utilizando la formula de carga al viento calcularemos la carga de viento que hay en las paredes laterales y en la cubierta:

- Carga de viento en las paredes laterales = $0,675\text{kN/m}^2$
- Carga de viento en la cubierta = $0,732\text{kN/m}^2$

7.3.2.Carga de nieve

En este apartado explicaremos la obtención de forma analítica de las cargas de nieve.

De este tipo de solicitud se encarga el epígrafe 3.5 del CTE-DB-SE-AE.

En el subepígrafe 3.5.1, apartado 2 se expresa el valor de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Donde μ es el coeficiente de forma de la cubierta y s_k , el valor característico de carga de nieve sobre un terreno horizontal.

Se considera que la nave no está ni especialmente expuesta ni especialmente protegida de la nieve y se considera que el viento puede resbalar libremente por la cubierta.

El coeficiente de forma se obtiene del subepígrafe 3.5.3, donde se dice textualmente que:

“En un faldón limitado por cornisas o límatelas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el factor de forma tiene el valor 1 para cubiertas con inclinación menor de 30°...”

En el subepígrafe 3.5.2 se puede determinar el valor característico de carga de nieve sobre un terreno horizontal, que para Sevilla tiene un valor de 0,2kN/m².

Carga de nieve sobre cubierta = 0.2kN/m²

7.3.3.Carga de viento y de nieve

De los apartados anteriores hemos obtenido las diferentes cargas de viento y de nieve:

- Carga de viento en las paredes laterales= 0,675kN/m²
- Carga de viento en la cubierta = 0,732kN/m²
- Carga de nieve sobre cubierta = 0.2kN/m²

Las cargas de viento y de nieve en cubierta se sumaran ya que son dos cargas que se podrían producir al mismo tiempo.

Carga en las paredes laterales	0,675kN/m ²
Carga de en la cubierta	0,932kN/m ²

Tabla 26. Cuadro de cargas de viento y nieve en paredes y cubierta

7.4.Cálculo para la elección del panel sándwich de cubierta y paredes

A la hora de elegir los paneles sándwich que irán colocados en la cubierta de la nave hemos de tener en cuenta la distancia entre las correas, que viene dado por el fabricante y la resistencia al fuego que ha de tener este panel según la normativa de Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI).

Para la nave hemos elegido paneles sándwich siguientes:

Carga en las paredes laterales	$0,675\text{kN/m}^2 = 67,5\text{daN/m}^2$
Carga de en la cubierta	$0,932\text{kN/m}^2 = 93,2\text{daN/m}^2$

Tabla 27. Cuadro de cargas que soportará los paneles sándwich

El panel sándwich en las paredes laterales soportará una carga de viento de $67,5\text{daN/m}^2$ en la tabla de cargas que nos proporciona el fabricante la carga que podrá soportar el panel sándwich será de 80daN/m^2 con una distancia entre correas de $3,09\text{m}$.

El panel sándwich en la cubierta soportará una carga de $93,2\text{daN/m}^2$ en la tabla de cargas que nos proporciona el fabricante la carga que podrá soportar el panel sándwich será de 150daN/m^2 con una distancia entre correas de $3,27\text{m}$.

En el caso de la carga que ha de soportar la cubierta hemos dado una carga superior por si se tuviera que realizar tareas de mantenimiento.

A continuación adjunto el catalogo de los paneles sándwich.

En este catalogo se podrá ver los paneles utilizados y la forma para colocarlos en la estructura.

7.5.Cerramientos

7.5.1.Elección de las correas de cubierta

Se estudiarán diferentes tipos de correas de cubierta y se seleccionará aquella que infiera menor peso a la estructura y que reúna unas buenas características resistentes.

Se ha de tener en cuenta que han de tener una resistencia al fuego de RF-60.

7.5.1.1.Elección de la cubierta

A la hora de elegir el tipo de cubierta elegiremos la de cubierta a 2 aguas.

El siguiente paso será seleccionar el tipo (inglesa, americana, belga, etc.) para nuestra nave industrial hemos elegido el tipo de cubierta pórtico rígido.

Una vez seleccionada la forma de la cubierta y el modelo (ver el punto 4.4.1.2 Estudio de los diferentes tipos y distancia entre correas), se procederá al montaje de la cubierta completa en tres dimensiones y se procederá al cálculo de la estructura de arrostramiento longitudinal de la cubierta, para lo cual se probarán diferentes soluciones. En este caso utilizaremos únicamente Nuevo Metal 3D.

Para llevar a cabo un dimensionamiento lo más ajustado posible se considerará la estructura completa como si fuera metálica, introduciendo los parámetros de forma que el comportamiento de los pilares metálicos se asemeje lo máximo posible al comportamiento que tendrán los pilares, prestando especial atención a los coeficientes de pandeo de los mismos y a la inercia de los perfiles, en este apartado.

De esta forma se tendrá calculada la cubierta metálica al completo.

7.5.1.2. Estudio de los diferentes tipos y distancia entre correas

Las correas de cubierta son aquellos elementos cuya misión es la de soportar al propio material de cerramiento de la cubierta.

El perfil de la correa de cubierta será de ZF-180 x 2.5 con un peso de 1.88 kg/m² y un aprovechamiento del 89.9%.

El tipo de acero elegido para las correas es de un acero S235 y la separación entre correas es de 3,27m, esta separación ha sido calculada mediante la tabla que nos ha proporcionado la empresa que nos facilitara los paneles sándwich para cubierta para mayor explicación mirar anexo de cálculos.

El número de correas en cubierta es de 6 con un peso lineal de 36.9 kg/m.

Con estas condiciones el programa de cálculo utilizado nos da unos porcentajes de aprovechamientos de tensión de 89.9% y de flecha del 56.68%.

De acuerdo a lo estipulado en la CTE-DB-SE nuestra estructura se encuentra incluida en el tercero de los casos (caso C), de forma que la flecha estará limitada a $L/300$, siendo L la longitud de la pieza.

Nuestras correas trabajarán unidas rígidamente a la cubierta y con una longitud de tres vanos o más.

Se utilizará un cerramiento de tipo panel sándwich resistentes al fuego con un espesor de 100 mm y con un peso de 19.79kg/m².

Su estabilidad y aislamiento térmico es de RF-120.

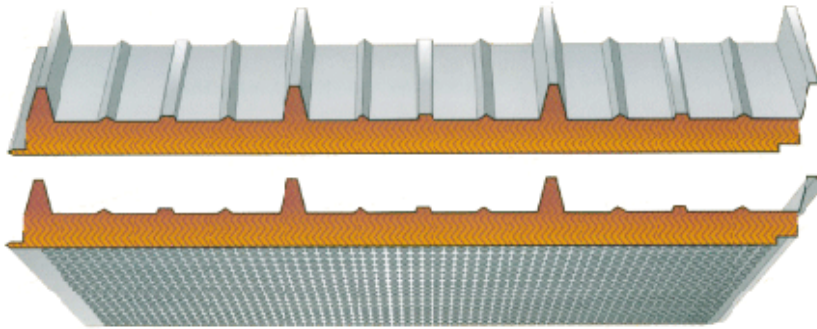


Imagen 46. Paneles sándwich cubierta

La fijación del panel a la estructura auxiliar (correas) se realiza por medio de tornillos autorroscantes con recubrimiento de nylon en la cabeza del tornillo, del mismo color que el panel.



Imagen 47. Vista de cómo se fija el panel sándwich a la estructura

En los anejos incorporo el cálculo para la elección de cubierta.

7.5.2. Elección de las correas laterales

Se estudiarán diferentes tipos de correas laterales y se seleccionará aquella que infiera menor peso a la estructura y que reúna unas buenas características resistentes.

En los laterales se creará un muro perimetral de una altura de 2m con un arrostramiento del pilar a pandeo.

7.5.2.1. Estudio de los diferentes tipos y distancia entre correas

Las correas laterales, cuya misión es la de soportar el peso del cerramiento lateral de la nave.

El perfil de la correa lateral será de ZF-160 x 2.5 con un peso de 1.86 kg/m² y un aprovechamiento del 94.8%.

El tipo de acero elegido para las correas es de un acero S235 y la separación entre correas es de 3,09m, esta separación ha sido calculada mediante la tabla que nos ha proporcionado la empresa que nos facilitara los paneles sándwich para cubierta para mayor explicación mirar anexo de cálculos.

El número de correas en cubierta es de 6 con un peso lineal de 34.55 kg/m.

Con estas condiciones el programa de cálculo utilizado nos da unos porcentajes de aprovechamientos de tensión de 94.8% y de flecha del 74.62%.

De acuerdo a lo estipulado en la CTE-DB-SE nuestra estructura se encuentra incluida en el tercero de los casos (caso C), de forma que la flecha estará limitada a $L/300$, siendo L la longitud de la pieza.

Nuestras correas trabajarán unidas rígidamente a la cubierta y con una longitud de tres vanos o más.

Se utilizará un cerramiento de tipo panel sándwich resistentes al fuego con un espesor de 100 mm y con un peso de 19.37kg/m².

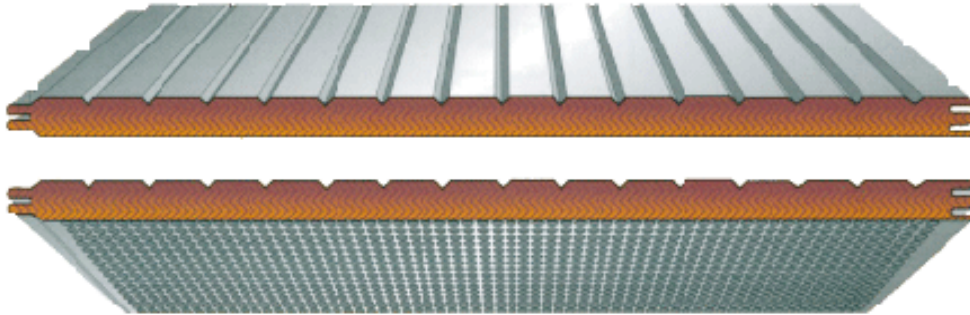


Imagen 48. Paneles sándwich laterales

La fijación del panel a la estructura auxiliar (correas) se realiza por medio de tornillos autorroscantes con recubrimiento de nylon en la cabeza del tornillo, del mismo color que el panel.

De esta manera, el panel una vez instalado, deja la cabeza de los tornillos vista al exterior, posibilitando la recuperación de los paneles.



Imagen 49. Vista de los tornillos autorroscantes que fijan el panel a la estructura

8. MEMORIA DE CÁLCULO DEL SILO

8.1.Descripción del sistema estructural

El tipo de estructura proyectada será una estructura metálica de perfiles SHS.

El objetivo es que todo los perfiles SHS tengan el mismo grosor de esta manera será mucho más cómodo la realización de las uniones entre los perfiles.

El objetivo de esta estructura es el almacenaje de botellas vacías de plástico, de esta manera habremos de recubrir la estructura con una chapa metálica.

Normativa considerada:

- CTE-SE. Seguridad estructural
- SE 1. Resistencia y estabilidad
- SE 2. Aptitud al servicio
- DB.CTE-SE-C. Seguridad estructural cimentación
- NCSE-02. Normativa de construcción sismorresistente
- EHE-08. Instrucción de hormigón estructural.

Se tiene también en cuenta el cumplimiento del DB SI-6. Resistencia al fuego de la estructura y el cumplimiento del CTE-SI. Seguridad en caso de incendio.

En los siguientes apartados definiremos los siguientes procesos de ejecución de la obra.

8.2.Acciones consideradas en el cálculo

Las acciones que se considerarán en el cálculo de la estructura son las establecidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Según esta norma la clasificación de las acciones es la siguiente:

- Acciones permanentes
- Acciones variables
- Acciones accidentales

8.2.1. Acciones permanentes

Como su nombre indica, se trata de aquellas acciones que actúan de forma permanente en la estructura sea cual sea el estado de carga al que se encuentran sometidas.

Dentro de este grupo podemos distinguir los siguientes tipos de acciones permanentes:

- Peso Propio: Carga debido al peso de los elementos resistentes.
- Acciones del terreno: Producidas por el empuje activo o pasivo del terreno sobre las partes del edificio en contacto con él.

8.2.2. Acciones variables

Se trata de aquellas acciones que no actúan de forma permanente sobre la estructura, sino que se dan en determinadas situaciones de carga.

Dentro de estas podemos distinguir:

- Sobrecarga de uso: Debido al peso de los elementos que pueden gravitar durante el uso, incluso durante la ejecución. La norma indica una serie de valores en función del uso que vaya a tener la estructura.
- Viento: No consideradas
- Acciones térmicas y reológicas: No consideradas
- Nieve: No consideradas

Estas acciones no son consideradas ya que el silo se encuentra alojado dentro de la nave

8.2.3. Acciones accidentales

En la nave industrial no hemos aplicado ninguna acción accidental tales como movimientos sísmicos, incendios, impactos, etc.

Como consecuencia de esto no sería lógico aplicar a la estructuras del silo estas acciones

8.2.4. Acciones consideradas en el cálculo

En la siguiente imagen podemos ver todas las cargas aplicadas en la estructura y a continuación se explicarán de forma más detallada todas las cargas aplicadas.

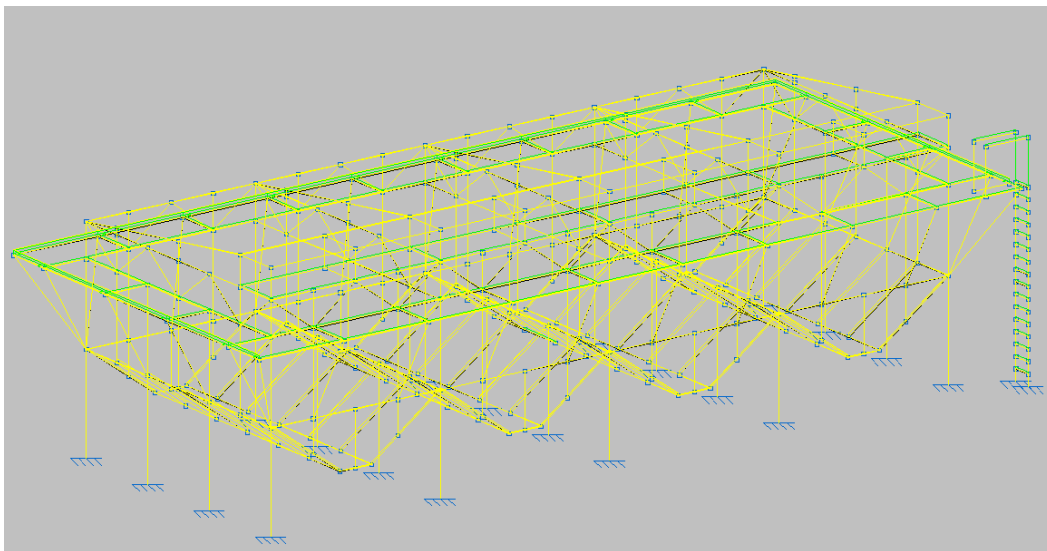


Imagen 50. Vista de las cargas aplicadas en la estructura

8.2.4.1. Presiones causadas por el material almacenado

Para la realización del silo hemos de mirar la normativa del EUROCODIGO 1, Base de proyecto y acciones en estructuras, parte 4: acciones en silos y depósitos.

“En el cálculo de presiones se pueden despreciar cualquier ayuda a las paredes del silo debido a la rigidez del material.”

Esto significa que la interacción entre la deformación de la pared y la carga de material almacenado se considera despreciable.

El EUROCODIGO 1, Base de proyecto y acciones en estructuras, parte 4: acciones en silos y depósitos; se centra en silos pero en llenado de materiales sólidos o líquidos, en nuestro caso estamos trabajando con polietileno transformado en el cual el peso por volumen de superficie ocupada es muy pequeño, esto nos provoca una duda a la hora de calcular las presiones de llenado y vaciado.

Podemos considerar despreciables estas dos presiones que nos afectan al cálculo de la estructura, la razón por la que podamos despreciar las presiones es que una presión que nos afectara a la estructura nos dañaría la geometría de la botella, causa por la cual despreciamos las presiones de llenado y vaciado.

También se desprecia la presión que ejercen las botellas contra las paredes ya que si estas ejercieran una presión que nos pudiera afectar la estructura, las botellas se deformarían cosa que no podemos permitir.

8.2.4.2.Cargas que nos afectan a la estructura del silo

A la hora de colocar las cargas en la estructura las hemos agrupado en dos grupos:

- Las cargas permanentes

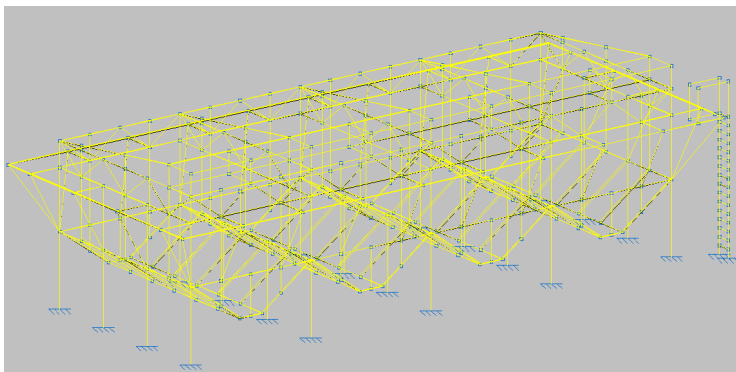


Imagen 51. Vista de las cargas permanentes

- Las sobre cargas de uso

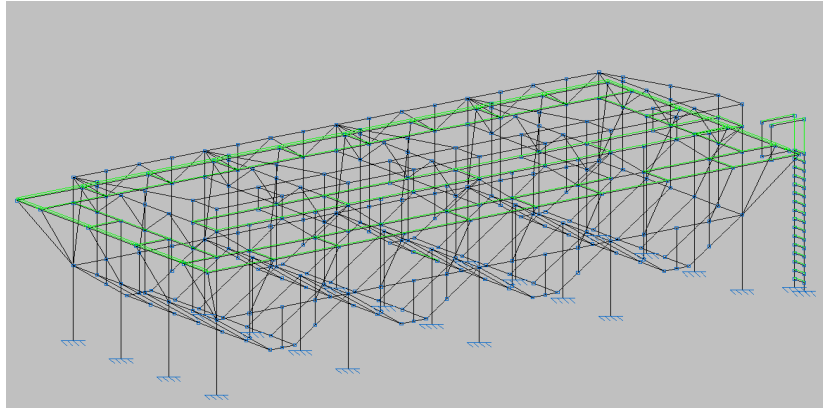


Imagen 52. Vista de las cargas de uso

Para poder ver más detalladamente donde aplicamos cada carga las he descompuesto según su utilidad, esto es para facilitar al lector de donde sale cada carga aplicada a la estructura.

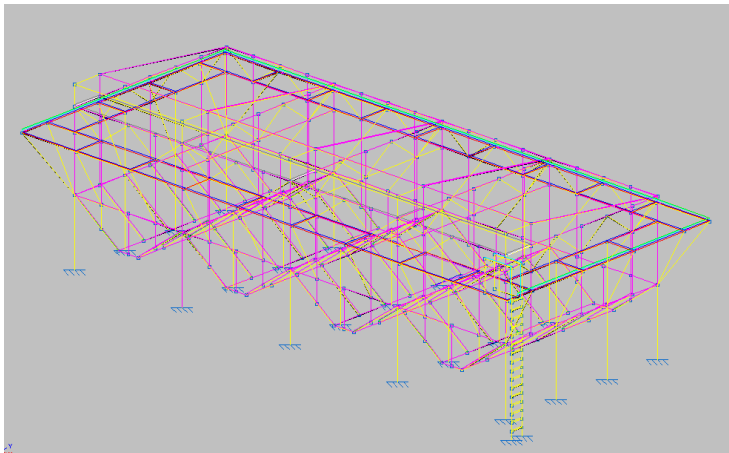


Imagen 53. Vista detallada donde se aplica la carga

En este apartado explicare únicamente las cargas permanentes que hemos añadido al sistema informático CYPE 2010k.

8.2.4.2.1.Cargas permanentes

8.2.4.2.1.1.Peso de las botellas

A la hora de añadir el peso de las botellas en la estructura del silo hemos de calcular la máxima capacidad del silo y calcular con que condición de formato de botella tendremos la condición más desfavorable para la estructura, es decir, con que condición obtenemos la mayor carga.

Por seguridad multiplicare la carga máxima del silo por un coeficiente de seguridad de valor 1.15 esto es para conseguir una seguridad estructural, este valor no este valor no está especificado en el EUROCODIGO1.

Características del silo en la condición más desfavorable:

Volumen del silo: 78,502 m³

Peso de las botellas de 1l: 38g

A la hora de realizar los cálculos hemos considerado que la botella de 1 litro tiene la forma de un cilindro.

También hemos de tener en cuenta el espacio desaprovechado por botellas.

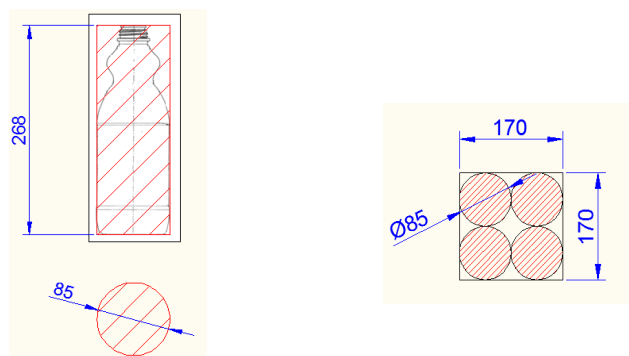


Imagen 54. Condiciones de cálculo para la capacidad del silo

De esta manera podremos saber la cantidad de botellas que hay dentro del silo.

El número de botellas dentro del silo será de 40.542 y el peso que soportará la estructura será de 1.540.596 g a esta carga la multiplicamos por el coeficiente de seguridad y obtendremos la carga que tendremos que aplicar a la estructura para poder obtener el perfil de estructura adecuado.

La carga a añadir en la estructura es de 1,772 Tn, es una carga que hemos de repartir en las costillas inferiores de la estructura.

Las costillas intermedias soportaran el doble de carga que las costillas situadas a los exteriores de la estructura.

Carga en las costillas interiores es de 0,0736 Tn/m y la de las exteriores de 0,0368 Tn/m.

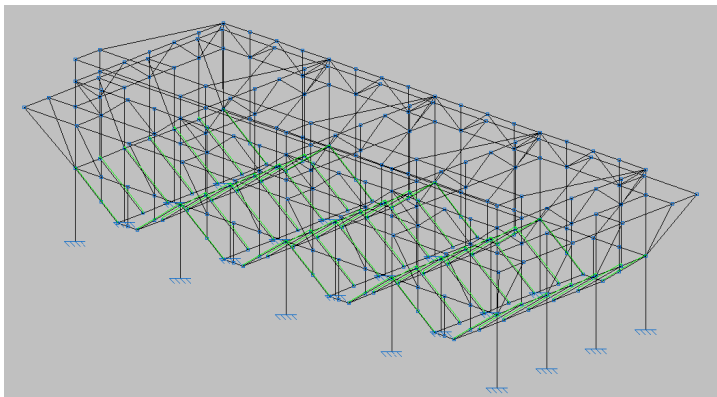


Imagen 55. Vista de la carga en las costillas

8.2.4.2.1.2. Peso chapa

El cubrimiento del silo se realizara con una chapa de 1 mm y se realizara por el interior del silo, de esta manera evitaremos que las botellas puedan quedar apoyadas en la estructura metálica.

A continuación explicare como hemos realizado el cálculo del peso de la chapa para añadirla en la estructura.

Para calcular el peso de la chapa hemos utilizado el peso específico del acero.

Las uniones entre los perfiles de la estructura y la chapa serán realizados a distancias muy pequeñas de esta manera a la hora de colocar la chapa la podríamos colocar como carga uniforme mente repartida entre toda la barra.

El cálculo de peso de la chapa se hace de manera aproximada; es decir no se tiene en cuenta si una barra soporta una carga superior a la otra.

El peso de la chapa en la estructura será de 0,839 Tn.

Para que no se nos produzca un error a la hora de colocar la carga de la chapa hemos hecho el cálculo de chapa por partes:

- Paredes frontales= 0,004 Tn/m
- Paredes laterales = 0,004 Tn/m
- Paredes des inferiores= 0,004 Tn/m
- Tapa del silo = 0,004 Tn (para evitar el pandeo de la chapa colocaremos unos tirantes).

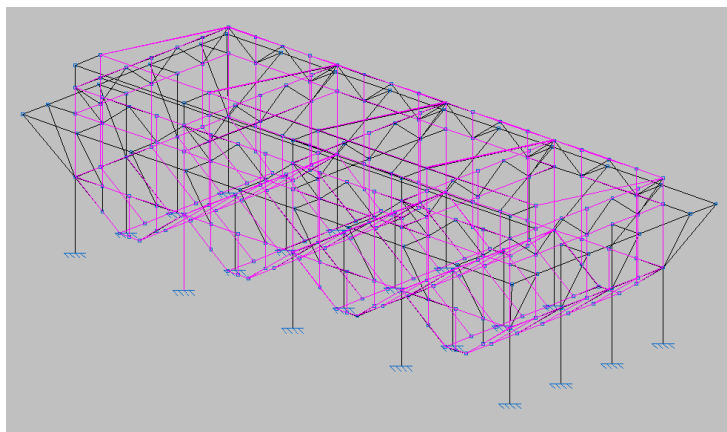


Imagen 56. Vista de las uniones entre los perfiles de la estructura y la chapa

8.2.4.2.1.3. Peso de los descansos modulares

La nave tiene dos plantas y el silo es la estructura que soporta la carga de la parte superior.

Esta planta se realiza con descansos modulares sujetos a la estructura del silo.

Los pasillos serán de 1 metro de ancho.

Utilizaremos las rejillas para pisos:



Imagen 57. Vista de las rejillas para pisos

Modelo Reticulado	Planchuela	Hierro de cruce retorcido	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Peso (Kg)
30 x 50	25 x 3	5	2000	1000	25	45,5
30 x 50	25 x 3	5	1000	1000	25	22,0
30 x 50	25 x 3	5	500	1000	25	11,0
30 x 50	25 x 3	5	200	1000	25	5,5
30 x 50	32 x 3	5	1000	1000	32	29,0
30 x 50	32 x 3	5	200	1000	32	7,0
Modelo Reticulado	Planchuela	Hierro de cruce Liso	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Peso (Kg)
25 x 50	25 x 2	4,5	1000	2000	25	39,0
25 x 50	25 x 2	4,5	1000	1000	25	19,5
25 x 50	25 x 2	4,5	500	1000	25	10,35
25 x 50	25 x 2	4,5	250	1000	25	5,35
25 x 50	25 x 2	4,5	200	1000	25	4,35
25 x 50	32 x 2	4,5	1000	1000	32	23,5
25 x 50	32 x 2	4,5	1000	2000	32	47,0

Imagen 58. Vista de los modelos disponibles

El peso que se reparte por las barras de los descansos modulares será de 0.008 Tn/m.

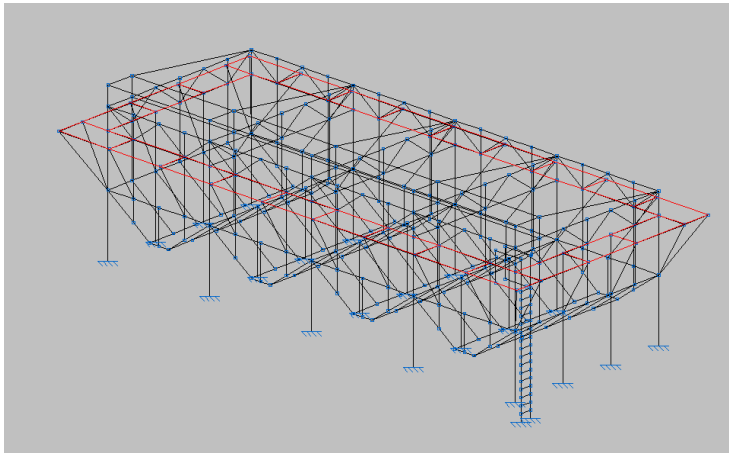


Imagen 59. Vista del reparto de los pesos por las barras

8.2.4.2.1.4. Peso de los motores

Cada 8 metros de la estructura añadiremos una carga puntual de 5kg que sería el peso aproximado del motor eléctrico que nos movería la cinta.

Esta carga la repartiremos sobre las barras que tendrán que soportar el motor y tendrá una carga repartida de 0.005 Tn/m.

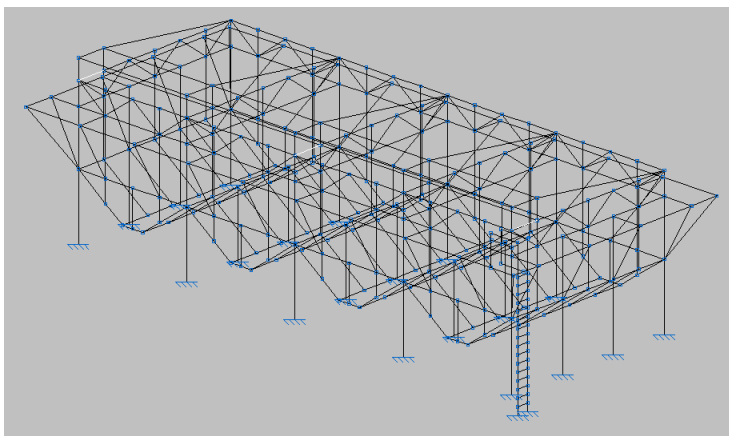


Imagen 60. Vista del reparto del peso del motor por las barras

8.2.4.2.1.5. Sobrecarga de uso de los descansos modulares

Para añadir sobrecarga de uso superficial hemos mirado la NTE-ECG gravitatorias (tabla 19) y hemos cogido una sobre carga de uso de 100kg/m^2 , esta carga pertenece a las azoteas para conservación.

A esta carga le hemos de añadir la reducción de sobrecarga de uso de la NTE-ECG gravitatorias (tabla 21) y vemos que para almacenes de menos de 3 plantas es 1.

La carga repartida por las barras es de 0.033tn/m

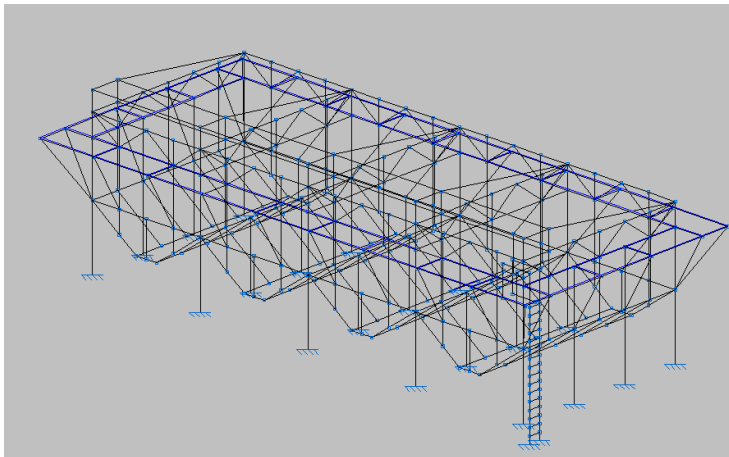


Imagen 61. Vista de la sobrecarga de uso por las barras

8.2.4.2.1.6. Peso de la cinta

Por la parte superior hay un hueco por el cual ha de circular una cinta para transportar botellas.

El peso de las cintas conjuntamente con el peso de las botellas lo colocaremos como carga repartida por todo el espacio donde ira la cinta, aunque este peso lo despreciaremos ya que colocaremos una sobrecarga de uso de 100 kg/m^2 esto lo hacemos porque esta zona de posible mantenimiento y el operario puede acceder con cierta facilidad a este espacio.

La carga repartida por estas barras es de 0.047 Tn/m.

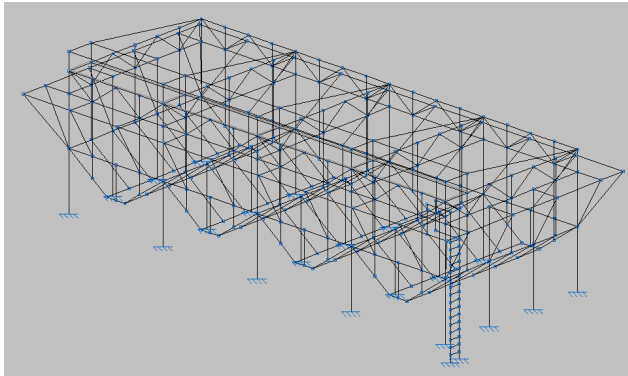


Imagen 62. Vista del reparto del peso de la cinta por las barras

8.2.4.2.1.7. Barandilla

Por último las barra de arriba del silo que hace una función “de barandilla” tiene que soportar una sobrecarga de uso de $q_x = 50\text{kg/m}$ y $q_y = 50\text{kg/m}$.

La carga de q_x nos la repartiremos por la barra con un valor de 0.05 Tn/m.

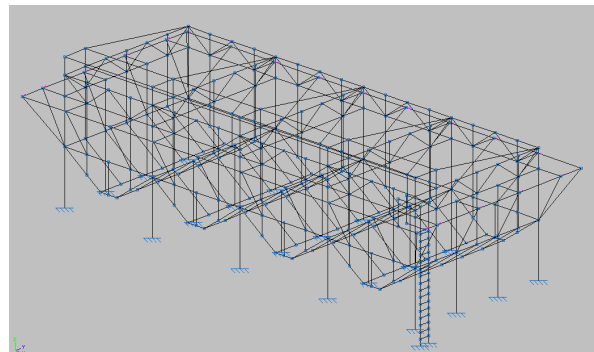
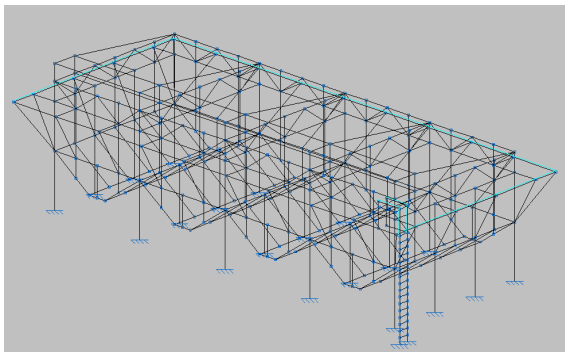


Imagen 63. Vista del reparto del peso de la barandilla por las barras

Y la carga q_y nos aplicara un momento en la barra de 0.034 Tn·m a unas distancias de 0.148 m, que es la distancia a la que hay los apoyos de la barandilla.

8.2.4.2.1.8. Peso escalera

Para acceder a la parte de arriba de los silos hemos creado unas escaleras fijas. Acatándonos a la normativa “Documento Básico SU 1, seguridad frente al riesgo de caída” apartado 4.5 Escaleras fijas.

Al no tener una altura no superior a los 4 metros no pondremos protección, la carga que soporta la escalera es de 100kg/m² por peldaño ya que se trata de una escalera de acceso a una zona de no frecuente uso, es decir solo utilizada para mantenimiento.

La carga que soporta cada peldaño es de 0.04 Tn/m.

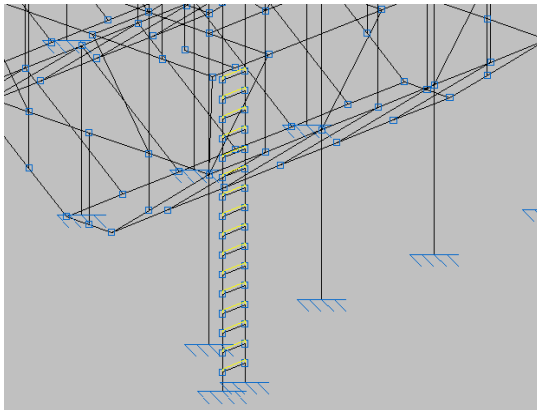


Imagen 64. Vista de la escalera fija

9. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

9.1. Objetivo del presente estudio

El siguiente estudio de seguridad y salud (E.S.S.) tiene como objetivo servir de base para que las empresas contratistas y cualquiera que participen en la ejecución de obra, la ejecución de la misma en las mejores condiciones posibles que garanticen el mantenimiento de salud, la integridad física y la vida de los trabajadores. Todo se realizará cumpliendo el del Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre (B.O.E. de 25/10/97)

9.2. Medidas de prevención de riesgos

9.2.1. Protecciones colectivas generales

9.2.1.1. Iluminación de los lugares de trabajo

Iluminación (Anexo IV del Real Decreto 486/1997 del 14/04/97) a considerar en los puestos de trabajo vendrá definida por lo expuesto a continuación:

- La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta: Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas y Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- En los lugares de trabajo habrá una iluminación natural, que deberá complementarse cuando se insuficiente con una iluminación.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Zonas o partes del lugar de trabajo	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1º Bajas exigencias visuales	100
2º Exigencias visuales moderadas	200
3º Exigencias visuales altas	500
4º Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Tabla 28. Cuadro de los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

En cuanto a la distribución y otras características, la iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir:

- La iluminación mantendrá unos niveles y contrastes adecuados a las exigencias visuales de la tarea, sin variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación.

- La distribución de la iluminación será lo más homogénea posible.
- Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia.
- Los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades serán evitados.
- No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscopios. Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.

Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

9.2.1.2. Señalización

La señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre que el análisis de los riesgos existentes, adaptándonos al Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

9.2.1.2.1. Señales en forma de panel

Se instalarán las siguientes señales si es necesario:

- Señales de advertencia: Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros.
- Señales de prohibición: Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45º respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal).
- Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios. Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).
- Señales de salvamento o socorro. Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

9.2.1.2.2. Señales luminosas y acústicas

Se instalarán las siguientes señales si es necesario:

- La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado.
- Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
- No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión. Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje.
- Deberán pasar revisiones especiales y estar provistas de una bombilla auxiliar los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave.

La luz emitida por la señal realizará un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno para asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.

9.2.1.2.3. Barandas

En vacíos verticales con riesgo de caída de personas u objetos desde altura superior a 2 m, se instalarán barandas de seguridad encastadas sobre el terreno.

Las entradas de los pozos i arquetas, deberán tener una red o elemento similar cuando no se esté trabajando en el interior del mismo, con independencia de su profundidad.

En las zonas sea necesario el paso de personas, pequeños desniveles y obstáculos varios debido a los trabajos realizados, se instalarán pasarelas de un ancho de un mínimo de 1m, dotada en sus laterales de barandillas de seguridad capaces de resistir

300 kg de peso.

9.2.1.2.4.Escaleras de mano

Los peldaños de las escaleras estarán provistos de bases antideslizantes. No la utilizarán nunca dos personas a la vez, y su longitud deberá pasar 1 metro el punto superior de desequilibrio. Siempre se subirá y bajará de cara a la escalera. Su anclaje será perfectamente resistente en la parte superior para evitar movimientos.

9.2.1.2.5.Redes

Tendrán fecha de caducidad al año y cumplirán de la norma UNE.

9.2.1.2.6.Andamios

Tendrán 0,6 m de anchura para poder permitir trabajar a los operarios y cuando sea necesario la utilización de materiales tendrá 0,8 m de anchura.

Las barandas serán de 1 m de altura por delante y por detrás. Si la distancia entre la fachada y el andamio es de un máximo de 0,3 m, se permitirá tener la baranda delantera bajada.

El certificado de montaje y homologación por parte de la empresa suministradora será conforme a las características de dimensiones, fijaciones del andamio y peso máximo.

Al trabajar encima del andamio, se utilizarán cinturones de seguridad.

9.2.2. Protecciones colectivas particulares

9.2.2.1. Movimientos de tierras

Del análisis de la metodología de trabajo a utilizar en la realización de estas unidades de obra, se detectan los siguientes riesgos:

- Deslizamientos y volcado de la maquinaria a utilizar.

- Colisiones entre máquinas, ya sean dentro del solar o en la entrada y salida de camiones.
- Atropellos por parte de la maquinaria del personal de la obra.
- Caídas de los operarios al fondo de los pozos y / o zanjas.
- Posible aparición de polvo durante la ejecución de los trabajos, con la consecuente afección de las vías respiratorias de los operarios.
- Hundimiento de las paredes de los pozos.

De todos los riesgos anteriormente indicados se deducen las siguientes medidas de protección:

- Se prohíbe la circulación de personal en el radio de acción de la maquinaria mientras esta esté en funcionamiento.
- Toda la maquinaria a utilizar en la realización de estos trabajos estará en perfecto estado de funcionamiento, habiendo superado satisfactoriamente las revisiones técnicas periódicas.
- La carga de tierras en los camiones para su traslado al vertedero se realizará de manera uniforme y homogénea para evitar posibles desplazamientos de la misma con el consecuente riesgo de accidente.
- No se sobrecargan los camiones, respetándose en todos los casos la carga máxima autorizada.
- El acceso de personal en el solar no se realizará por el mismo lugar que el acceso de la maquinaria.

- Todos los conductores de la maquinaria a utilizar en el movimiento de tierras estarán en posesión del Carnet de Conducir de la clase correspondiente a la maquinaria que conduzcan, así como del certificado de capacitación.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona diferente al conductor.
- Los pozos de cimentación estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal en su interior.
- Se cumplirá la prohibición de la presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Al realizar trabajos en zanjas, la distancia mínima entre los trabajadores será de un metro.
- La salida a la vía pública o calle de camiones será avisada por persona distinta al conductor, para prevenir a los usuarios de la vía pública.
- Se utilizarán vallas en el solar, colocando a señales de "prohibido el paso a personas ajenas a la obra" y de "uso obligatorio de casco "en todos los accesos a la misma.

9.2.2.2. Cimentaciones

Del análisis de la metodología de trabajo a utilizar en la realización de estas unidades de obra, se detectan los siguientes riesgos:

- Caídas, cortes y pinchazos con el manejo de metales.
- Irritación en la piel por el contacto con el cemento.
- Caídas de personas y objetos desde gran altura, como pozos o grúas.

- Riesgo de electrocución.
- Diversas lesiones musculares y articulares debido a la fatiga y malas posturas.

De todos los riesgos anteriormente indicados se deducen las siguientes medidas de protección:

- Las zonas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas.
- El personal a utilizar en la realización de estos trabajos tendrán la calificación profesional adecuada y la suficiente experiencia en trabajos de esta índole.
- Comprobaciones periódicas de la maquinaria.
- Se prohíbe la permanencia del personal en la zona de vertido de cargas durante las operaciones de elevación y transporte de cualquier material.
- El alzado de material, se hará suspendiendo la carga de dos puntos para garantizar su estabilidad.
- Se evitará en la medida de lo posible caminar sobre la chatarra montada y colocada.
- Las cubas de transporte del hormigón señalarán el volumen máximo correspondiente a la carga máxima autorizada.

9.2.2.3. Estructuras

Del análisis de la metodología de trabajo a utilizar en la realización de estas unidades de obra, se detectan los siguientes riesgos:

- Riesgo de caída en las fases del encofrado.

- Peligro de caída en la colocación de pilares y jácenas.
- Golpes y cortes en manos o pies debidos a posibles salientes.
- Caída de diferentes objetos a niveles inferiores.
- Caída de objetos pertenecientes a la grúa al ser transportados.
- Riesgo de electrocución por contactos eléctricos.
- Diversas lesiones musculares y articulares debido a la fatiga y malas

De todos los riesgos anteriormente indicados se deducen las siguientes medidas de protección:

- Se protegerán los huecos horizontales y aceras de forjados mediante barandillas.
- Para la colocación de las estructuras de acero se prohibirá el paso de personal por debajo.
- El tránsito sobre forjados sin hormigonar se realizará mediante el uso de plataformas.
- Para el transporte de todos los elementos de construcción se realizará sin pasar por encima de los operarios.
- Comprobación de la estabilidad de los encofrados antes del vertido del hormigón.
- Correcta fase de desencofrado.

- Toda la maquinaria eléctrica deberá contar con interruptores diferenciales y toma de tierra para evitar contactos indirectos.
- Los operarios trabajarán con cinturones portaherramientas que sujetarán adecuadamente los utensilios de trabajo.
- No se permitirá el tránsito por una determinada planta hasta que no hubiera fraguado y endurecido parcialmente el hormigón.
- No se producirá la acumulación puntual del hormigón que pueda poner en peligro la estabilidad del forjado en construcción.
- Los puntales se colocarán rectas, sin deformaciones, apoyados sobre durmientes.

9.2.2.4. Cerramientos

Del análisis de la metodología de trabajo a utilizar en la realización de estas unidades de obra, se detectan los siguientes riesgos:

- Caída de los operarios a niveles inferiores.
- Caída de herramientas a diferentes niveles.
- Cortes y erosiones al trabajar con herramientas.

De todos los riesgos anteriormente indicados se deducen las siguientes medidas de protección:

- Señalización de las zonas de trabajo, manteniéndolas limpias y ordenadas..
- Se deberá trabajar con el cinturón fuertemente anclado a la estructura.

- Acceso fácil a las zonas de trabajo.
- Tomar las medidas necesarias para que el piso no resulte resbaladizo.
- Protecciones en los agujeros mediante barandillas de 0,9m de altura y rodapiés de 0,15m de altura.
- Levantamiento de cargas pesadas mediante cables, sólo levantando a pulso cargas inferiores a 25 kg y transportándolas menos de 0,5m.
- Se prohíbe la realización de trabajos sin que hayan colocado las necesarias medidas de protección indicadas en el presente Estudio de Seguridad.

9.2.2.5. Cubierta

Del análisis de la metodología de trabajo a utilizar en la realización de estas unidades de obra, se detectan los siguientes riesgos:

- Posibles quemaduras debidas a las soldaduras.
- Irritación de la piel al estar en contacto con agentes químicos o con cemento.
- Caídas de personas y diferentes objetos a niveles inferiores.
- Caídas como consecuencia del suelo resbaladizo
- Hundimiento de los elementos de cubierta debido a malos anclajes.

Con el fin de evitar la aparición de estos accidentes se deberán tener en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Los anclajes de materiales en cubierta se distribuirán de forma escalonada según su necesidad de uso.

- Los trabajos en cubierta quedarán suspendidos por la acción de viento, lluvia o nieve.
- Levantamiento de cargas pesadas mediante cables, sólo levantando a pulso cargas inferiores a 25 kg y transportándolas menos de 0,5m.
- Se prohíbe la realización de trabajos sin que hayan colocado las necesarias medidas de protección indicadas en el presente Estudio de Seguridad.

9.2.2.6. Acabados

Del análisis de la metodología de trabajo a utilizar en la realización de estas unidades de obra, se detectan los siguientes riesgos:

- Golpes, cortes y heridas en pies o manos debido a trabajos con materiales.
- Debido a la presencia de polvo, dificultades respiratorias.
- Caídas de personas y objetos a diferente nivel, por ausencia de sistemas de protección.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas y forma inadecuada de levantar objetos pesados.
- Quemaduras al utilizar el soldador
- Intoxicación por emanaciones tóxicas de la pintura.

Para evitar la aparición de los accidentes se deberán tener en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Las zonas de trabajo estarán adecuadamente iluminadas

- Las máquinas deberán contar con aislamiento o conexión a tierra de sus partes a través del cuadro eléctrico general.
- El corte de piezas cerámicas se llevarán acabo por vía húmeda para evitar presencia de polvo.
- Señalizar con pintura la presencia de vidrio para evitar posibles accidentes por la escasa visibilidad del mismo.
- Suspensión de trabajo si el viento sopla a mas de 60 Km/h y la temperatura es menor de 0°.
- Quedará prohibido utilizar como toma de tierra la maquinaria.

9.2.2.7. Protecciones individuales

El contratista tendrá el control de los equipos de protección individual de todos los trabajados relacionados con la obra.

9.2.2.8. Calzado de seguridad

Debido a clavos, caída de objetos pesados u otros objetos punzantes, se deberá de utilizar calzado de seguridad homologado de acuerdo con la normativa reglamentaria CE, en correspondencia con el Real Decreto 773/1997.

El calzado incorporará puntera de hierro y no superará 800 g. de peso.

9.2.2.9. Casco

Obligatorio el uso del mismo en toda la obra. Deberá cumplir la homologación acordada con la norma técnica reglamentaria CE EN 397, Resolución del Real Decreto 773/1997 Anejo I, Protección de la cabeza.

No sobrepasará los 450g. de peso. Al sufrir un impacto grave o tiene más de 4 años, se deberá tirar y cambiar por uno nuevo.

9.2.2.10. Guantes

Imprescindible para evitar agresiones en las manos. Los guantes deberán estar homologados según la norma técnica reglamentaria CE EN 338. Se proporcionarán al trabajador de forma diaria si hiciese falta.

Habrà de diferentes tipos de material y para diferentes usos:

Material	Actividad
Lona	Manipulación de madera
Látex	Manipulación piezas cortantes
Cuero	Todo tipo de actividad

Tabla 29.Tipos de material para guantes

9.2.2.11. Ropa trabajo

La empresa proporcionará el tipo de ropa adecuado para realizar el trabajo. El tejido será flexible y ligero hasta ajustarse al cuerpo del trabajador, y fácil de limpiar. En condiciones de humedad o lluvia, se proporcionará ropa impermeable.

9.2.2.12. Arnés de seguridad

Se utilizarán arneses de seguridad para evitar todo tipo de caídas, homologados según la norma técnica reglamentaria CE EN 363. Se utilizarán en trabajos sobre andamios y plataformas, ventanas abiertas y trabajos en superficies a una altura.

9.2.2.13. Protectores auditivos

Con un nivel sonoro superior a los 80 dB, será obligatorio el uso de elementos de protección auditiva, siempre de uso individual.

Los protectores estarán homologados por la norma técnica reglamentaria CE EN.

9.2.2.14. Protectores visuales

Las gafas de protección estarán homologadas de acuerdo con la norma técnica reglamentaria CE EN.

Su principal función será proteger la vista del trabajador por causas como polvo, humo, o proyección de partículas.

9.3. Vigilancia de la salud y primeros auxilios en la obra

Según el artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 del 8 de Noviembre, el empresario tendrá que garantizar al trabajador a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes en su trabajo.

Esta vigilancia solo podrá llevarse a efectos con el consentimiento del trabajador, exceptuándose previo informe de los representantes del trabajador, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sean imprescindibles para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud del trabajador, o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para sí mismo, para los demás o para otras personas relacionadas con la empresa, o cuando esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso, se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

Las medidas de vigilancia de la salud del trabajador se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador, y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento del trabajador afectado y nunca podrá ser utilizado con finalidades discriminatorias ni en contra del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico, y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin consentimiento previo del trabajador.

En los supuestos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho del trabajador a la vigilancia periódica de su estado de salud tendrá q ser prolongado más allá de la finalización de la relación laboral, en los términos que legalmente se determinen.

El RD 39/97 del 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece en el artículo 37.3, que los servicios que desarrollen funciones de vigilancia y control de la salud del trabajador deberán contar con un médico especialista en Medicina del Trabajo o Medicina de Empresa y un ATS de empresa, sin perjudicar la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

La actividad a desarrollar deberá comprender lo siguiente:

- Evaluación inicial de la salud de los trabajadores después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.
- Evaluación de la salud de los trabajadores que vuelvan a retomar el trabajar después de una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir los orígenes eventuales profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores. Y, finalmente, una vigilancia de la salud a intervalos periódicos.
- La vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté sometido el trabajador.

La periodicidad y contenido de los mismos se establecerá por la Administración apoyadas las sociedades científicas correspondientes. En cualquier caso, incluirán historia clínica laboral, descripción detallada del lugar de trabajo, tiempo de permanencia en el mismo y riesgos detectados y medidas preventivas adoptadas.

Habrà de contener, igualmente, descripción de los anteriores lugares de trabajo, riesgos presentes a los mismos y tiempo de permanencia en cada uno de ellos.

El personal sanitario del servicio de prevención deberá de conocer las enfermedades que se produzcan en el trabajador y las ausencias al trabajo por motivos de salud para poder identificar cualquier posible relación entre la causa y los riesgos para la salud que puedan presentarse en los lugares de trabajo. Este personal prestará los primeros auxilios y la atención de urgencia a los trabajadores víctimas de accidentes o alteraciones en el puesto de trabajo.

El artículo 14 del anexo IV de el Real Decreto 1627/97 del 24 de octubre de 1997, por el cual se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, indica las características que debe reunir el lugar adecuado para la práctica de los primeros auxilios que deberán instalarse en aquellas obras en las cuales, por sus dimensiones o tipo de actividades, así lo requieran.

9.3.1.Obligaciones en materia formativa antes de iniciar los trabajos

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 del 8 de noviembre, exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá de garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que ocupe.

Tal formación estará centrada específicamente en su lugar o función y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considerara oportuno.

La formación a la que se hace referencia deberá de impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en

aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Si se trata de personas que desarrollen en la empresa funciones preventivas de los niveles básico, intermedio o superior, el R.D. 39/97 por el cual se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención indica, en los anejos III al VI, los contenidos mínimos de los programas formativos a los cuales deberá de referirse la formación en materia preventiva.

9.3.2. Convenio, legislación y normativa de aplicación en el estudio

9.3.2.1. Convenios

- Convenio colectivo General del Sector de la Construcción. Resolución del 30 de abril de 1998.
- Convenio colectivo provincial. Emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. Real Decreto 212/2002, del 22 de febrero de 2002.

9.3.2.2. Legislación

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 del 8 de noviembre de 1995)
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto del 7 de enero de 1997)
- Orden de Desarrollo de R.S.P. (27 de junio de 1997)
- Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/97 del 14 de abril de 1997)

- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo (Real Decreto 486/97 del 14 de abril de 1997)
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación de cargas que comporten riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores (Real Decreto 487/97 del 14 de abril de 1997)
- Protección de los Trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/97 del 12 de mayo de 1997)
- Exposiciones a agentes cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/97 del 12 de mayo de 1997)
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud a la Utilización para los Trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/97 del 18 de julio de 1997)
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud Relativas a la Utilización para los Trabajadores de los Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/97 del 30 de mayo de 1997)
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción (Real Decreto 1627/97 del 24 de octubre de 1997)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, del 2 de agosto de 2002)

9.3.2.3. Normativas

- Norma CTE Alcantarillado
- ISB/1973 Instalaciones de Salubridad
- ISS/1974 Instalaciones de Saneamiento
- Norma UNE 81 707 85 Escaleras portátiles de aluminio simples y extensibles
- Norma UNE 81 002 85 Protecciones auditivas
- Norma UNE 81 101 85 Protecciones visuales
- Norma UNE 81 200 77 Equipos de protección personal de las vías respiratorias
- Norma UNE 81 250 80 Guantes de protección
- Norma UNE 81 304 83 Calzado de seguridad
- Norma UNE 81 353 80 Arnéses de seguridad
- Norma UNE 81 650 80 Redes de seguridad

10. PLIEGO DE CONDICIONES DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA NAVE INDUSTRIAL

10.1. Definición del pliego

10.1.1. Interpretación y objetivo del presente pliego

El presente pliego tiene la intención de unificar criterios y establecer normas definidas en las obras que se realizarán en el proyecto. Se establecerán los criterios que se aplicarán en la ejecución de las obras, además de fijar las características y ensayos de los materiales a utilizar, las normas previstas para la realización, la forma de medida y cumplimiento de las obras, y la finalización de garantía.

El pliego incluirá las prescripciones técnicas que se han de regir en la ejecución de las obras del presente proyecto, así como las condiciones facultativas, económicas y legales. Serán objeto de estudio todas las obras incluidas en el presupuesto, abarcando todos los oficios y materiales que se utilicen en ella.

10.1.2. Documentos que definen la obra

Los documentos que definirán la obra serán: la Memoria, los Planos, el Pliego de condiciones y el Presupuesto.

- Memoria: se describirán todas las funciones de las obras e instalaciones, con todo detalle, incluyendo cálculos de obra.
- Planos: se describirá la situación y emplazamiento de la nave, posicionamiento de estructura, alzados de fachada, detalles, e instalaciones.
- Pliego de condiciones: se realizará una descripción de las obras.
- Presupuesto: se detallarán todas las unidades de obra completas.

10.1.3. Alcance de la documentación

Los diversos anexos y documentos del proyecto se complementan mutuamente. En consecuencia, una obra que esté indicada en planos y presupuesto, y que no esté indicada en otros documentos, será ejecutada por el contratista sin indemnización alguna por parte del propietario. En las mismas condiciones se encuentran todos los trabajos complementarios no indicados en planos y documentos, pero generalmente admitidos como necesarios al complemento normal de ejecución de una obra de calidad irrefutable.

10.1.4. Definición general de las obras

Las obras que corresponderán a la edificación de la nave industrial y sus instalaciones serán las siguientes:

- Limpieza general del terreno
- Movimiento de tierras: excavación de pozos
- Cimentación
- Estructura de hormigón
- Cerramientos: fachadas, cubierta.
- Particiones
- Revestimiento

10.1.5. Compatibilidad y relación entre los citados documentos

Los cuatro documentos que definen este proyecto son compatibles entre sí y también se complementan.

El orden de prioridad dependerá del tema a tratar. Desde un punto de vista técnico-teórico el más importante será la Memoria, desde el punto de vista legal será el Pliego de Condiciones.

10.2. Consideraciones generales facultativas

10.2.1. Dirección Facultativa

La dirección Facultativa de las obras e instalaciones recaen en los Ingenieros, excepto el posterior acuerdo con la Propiedad.

10.2.2. Servicio de la Dirección Facultativa

A demás de las facultades que pertenecen a la Dirección Facultativa, expresadas en los puntos siguientes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que se realicen, con autoridad técnica legal, completa e indiscutible sobre las personas y cosas situadas en la obra y con relación con los trabajos que para la ejecución del contrato se llevan a cabo pudiendo incluir con causa justificada, en nombre de la propiedad al Contratista, si considera que al adoptar esta solución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

Con este fin el Contratista se obliga a designar sus representantes de obra, los cuales atenderán en todas las observaciones e indicaciones de la Dirección Facultativa, así mismo el Contratista se obliga a facilitar a la Dirección Facultativa la inspección y vigilancia de todos los trabajos y proporcionar la información necesaria sobre el incumplimiento de las condiciones del contrato y el ritmo de realización de los trabajos.

10.2.3. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber llegado a los términos de la obra establecidos, alegando como una causa la carencia de planos y ordenes de Dirección Facultativa.

10.2.4. Cambio del Director de Obra

Desde que empiezan las obras el Contratista designará un jefe de obra como representante suyo autorizado. Éste se encargará que los trabajos se han llevados competentemente. Este jefe estará expresamente autorizado por el Contratista para recibir notificaciones de las ordenes de servicios y de las instrucciones escritas o verbales emitidas por la Dirección Facultativa.

Cualquier cambio que el Contratista desee realizar respecto el jefe de obra lo deberá comunicar a la Dirección Facultativa. No podrá haber ningún tipo de relevo sin la aceptación de la misma.

10.3. Obligaciones y derechos del contratista

10.3.1. Obligaciones y derechos del contratista

El director de la obra podrá exigir al Contratista la necesidad de someter al control todos los materiales que se han de colocar en la obra, sin que este control previo se ha una recepción definitiva de los materiales. Igualmente tiene derecho a elegir catálogo certificados, muestras y ensayos que vea oportunos para asegurar la calidad de los materiales.

Si el fabricante no reúne la suficiente garantía a juicio del director de obra, antes de instalarse comprobará sus características en un laboratorio oficial, en el que se realizarán las pruebas necesarias.

10.3.2. Reemisión de solicitud de ofertas

Para la Dirección Facultativa se solicitan ofertas a las empresas especializadas del sector para la realización de las instalaciones especificadas en el presente proyecto, por

lo cual se pondrá en disposición de los ofertantes un ejemplar del citado proyecto o un abstracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo vea interesante tendrá que presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación. El plazo máximo para la recepción de las ofertas será de un mes.

10.3.3. Presencia del contratista en la obra

El Contratista, por medio de su representante o encargado estará en la obra durante la jornada de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa en las visitas a la obra durante la jornada laboral. Asistirá a las reuniones de obra que se convoquen.

10.3.4. Oficina de obra

El Contratista habilitará una oficina de obra en la que existirá una mesa adecuada para abrir y consultar sobre ella los planos. En la oficina, el Contratista, tendrá siempre una copia autorizada de todos los documentos del proyecto, que le hayan sido facilitados por la Dirección Facultativa.

10.4. Trabajos, materiales y medios auxiliares

10.4.1. Libro de órdenes

El Contratista tendrá siempre en la oficina de la obra y a su disposición de la Dirección Facultativa un libro de órdenes y visado por el colegio profesional correspondiente. En el libro se redactarán todas las órdenes de la dirección facultativa que crea oportunas dar al Contratista para que adopte las medidas de todo género que puedan sufrir los obreros.

Cada orden tendrá que ser firmada por la Dirección Facultativa y por el Contratista.

10.4.2. Reclamaciones contra Dirección Facultativa

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes de la Dirección Facultativa podrá presentarlas a través de la misma delante de la Propiedad, si éstas son económicas y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el Pliego de

Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo de la Dirección Técnica, no se admitirá reclamación alguna.

10.4.3. Orden de trabajo

El Jefe de Obra establecerá el orden que deberán seguir en la realización de las distintas partes que componen este proyecto, así como las normas a seguir en lo no regulado en el presente Proyecto.

Estas órdenes tendrán que comunicarse por escrito al Contratista y ésta estará obligada a cumplirlo, siendo directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pueda haber para su incumplimiento.

10.4.4. Comienzo de obras

El Contratista tendrá que comenzar las obras en el término marcado en el contrato de adjudicación de la obra, desarrollándolas en las formas necesarias para que dentro de los periodos parciales queden ejecutadas las obras correspondientes y que en consecuencia la ejecución total se llevo a cabo dentro del término exigido por el contrato.

10.4.5. Finalización de la obra

La finalización total de la obra, indicados por el contrato, se comenzarán a contar a partir de la fecha de replanteo, que no excederá de 7 días a partir de la fecha de la contratación y tendrán y se tendrán que acabar en un término improrrogable de 12 meses contados a partir de la fecha del acta del replanteo.

Si por cualquier razón no fuera posible comenzar los trabajos en la fecha prevista o tengan que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el jefe de obra la prórroga estrictamente necesaria.

10.4.6. Condiciones generales de la ejecución de trabajo

Los trabajos se ejecutarán con un estricto seguimiento del Proyecto que previamente haya sido aprobado.

10.4.7. Trabajos defectuosos

El Contratista deberá utilizar los materiales que cumplan con las condiciones exigidas de índole técnico del Pliego Condiciones en la edificación, y realizará todos y cada unos de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento.

10.4.8. Modificaciones de los documentos del Proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones, las órdenes e instrucciones de los planos, se comunicarán por escrito al contratista estando éste obligado a su vez a devolver los originales y las copias, suscribiendo con su firma su conocimiento.

10.4.9. Ampliación del Proyecto por causas imprevistas de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor el Contratista no pudiera comenzar las obras o tuviera que suspenderlas o fuera imposible terminirlas en el plazo fijado, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contratación, previo informe de la Dirección Facultativa.

10.4.10. Obras Ocultas

De todos los trabajos donde halla unidades de obra que tengan que quedar ocultas en la finalización del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidas, estos documentos se entregarán por triplicado. Uno al propietario, otro a la dirección facultativa y el tercero al contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

Estos planos, que tendrán que estar acotados se considerarán documentos indispensables para ejecutar las medidas.

10.4.11. Vicios ocultos

Si la Dirección Facultativa tuviera pruebas para creer en la existencia de vicios ocultos de construcciones de las obras ejecutadas, ordenará ejecutar en cualquier momento y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que supuestamente son defectuosos.

Los gastos de las demoliciones y reconstrucción que se ocasionen serán a cuenta del contratista siempre y cuando existan realmente, y en caso contrario correrán a cargo del propietario.

10.4.12. Características de aparatos, materiales y su procedencia

El contratista tiene libertad de proveerse de materiales y aparatos de todas las clases que crea convenientes, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el contrato, que están perfectamente preparados para el objeto para el cual se aplica.

10.4.13. Uso de materiales y aparatos

No se procederá al uso y colocación de materiales y aparatos que no se han de la calidad requerida sin que antes se han examinados y aceptados por la dirección facultativa, en los plazos que prescriben los Pliegos.

Los gastos que ocasionen los ensayos, los análisis, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista.

10.4.14. Materiales no utilizables

El Contratista transportará y colocará ordenadamente los materiales procedentes de las excavaciones, demoliciones, etc. en un sitio de la obra en donde no entorpezca el trabajo. Se retirarán o se llevarán a sitio de tratamiento de residuos industriales, cuando así esté establecido.

10.4.15. Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales no sean de la calidad requerida o no estén preparados, la Dirección Facultativa, dará orden al contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por el Pliego de Condiciones.

10.4.16. Medios Auxiliares

El Contratista proporcionará los andamios, las máquinas y otros medios auxiliares para la debida puesta en marcha que el trabajo necesite.

Siempre que no se halla estipulado lo contrario en las condiciones particulares de la obra quedarán a beneficio del Contratista sin que éste puede hacer reclamación alguna en la insuficiencia de los medios cuando estos estén detallados en el presupuesto.

En cualquier caso, todos estos medios auxiliares quedarán en propiedad del Contratista una vez finalizada la obra, pero no tendrá derecho a reclamación alguna por parte de los desperfectos que su uso haya dado.

10.4.17. Medidas de Seguridad

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes sobre la seguridad e higiene del trabajo, tanto en lo que se refiere al personal de la obra, como a terceros.

Como elemento primordial de Seguridad se ceñirá a lo establecido de señalización necesaria tanto en el desarrollo de la obra como durante su explotación, haciendo referencia tanto a peligros existentes o a las limitaciones de las estructuras. Se utilizarán cuando existan las correspondientes señales establecidas por el Ministerio competente, y en su defecto por departamentos nacionales u organismos internacionales.

10.5. Maquinaria

10.5.1. Características

Las máquinas a utilizar en la obra serán las adecuadas a los trabajos a realizar, no pudiendo utilizar para otros usos que los previstos por el fabricante.

10.5.2. Manejo

Las máquinas tendrán que ser utilizadas por personal específico, debidamente cualificado y autorizado para tal fin.

10.5.3. Certificación

Todas las máquinas se identificarán por medio de una placa característica en la que, como mínimo, disponga de los datos a continuación expresados:

- Nombre del fabricante
- Año de fabricación o suministro
- Tipo y n.º de fabricación
- Potencia
- Código de homologación

Por otro lado, la máquina tendrá que llevar el certificado de montaje y prueba, el certificado de revisión anual, y el manual de instrucciones editado por el fabricante, en el que figurarán las características técnicas, condiciones de instalaciones, uso y mantenimiento, y las normas de seguridad.

10.5.4. Normas de aplicación

Las máquinas a utilizar en obra tendrán que cumplir con las normas y disposiciones que le sean aplicables.

10.5.5. Conservación y mantenimiento

Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento y conservación deberán ser realizados por personal especializado, debidamente cualificado.

Se realizarán revisiones, mantenimiento y conservación, según las instrucciones del fabricante, o de acuerdo con las disposiciones vigentes.

Es obligatorio disponer de un libro de mantenimiento, donde se anotarán los datos relativos a revisiones efectuadas, incidencias observadas, reparaciones, instalación, etc.

10.6. Medios auxiliares

10.6.1. Plataformas de trabajo

Las plataformas metálicas tendrán que ofrecer una resistencia suficiente respecto al esfuerzo a la que se someten en cualquier circunstancia, y tendrán que estar debidamente protegidas contra la corrosión.

Las plataformas de madera no presentarán nudos ni grietas, y los tablones deberán tener un mínimo de 5 centímetros de grosor, trabados entre sí, dispuestos de modo que no dejen agujeros.

10.6.2. Andamios

Se realizará una inspección previa de apoyos, plataformas, barandillas, etc. antes a la utilización de los mismos, llevada a cabo por la persona correspondiente cualificada.

Las dimensiones y características de las diferentes piezas y elementos auxiliares, serán las necesarias para soportar las cargas de trabajo a las cuales estarán sometidas.

10.6.2.1. Tipos de andamios

- Andamios colgados: Serán vigas de acero o de hormigón armado, con la sección y características suficientes para soportar los esfuerzos a que han de estar sometidos. Si se hacen servir vigas de madera, se dispondrán tablonos parejos colocados de canto y con un espesor mínimo de 5 centímetros, sin nudos ni grietas. El elemento de anclado estará dispuesto de modo cruzado y perpendicular a los nervios del forjado. En ningún caso estará permitido el uso de sacos ni bidones llenos de tierra, gravas y otros materiales. Los cables o cuerdas portantes serán resistentes a los esfuerzos a soportar, y estarán en todo momento, en perfectas condiciones.
- Andamios metálicos tubulares: El número de perfiles que constituye el andamio, su sección, características, disposiciones y separación, así como las piezas de unión entre perfiles, riostras, anclados a fachadas, y apoyos sobre el terreno, se determinarán de modo que quede asegurada la estabilidad y seguridad del conjunto. Los apoyos en el terreno se realizarán sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo cual se harán servir bases de hormigón que repartan uniformemente las cargas y mantengan la horizontalidad de las plataformas de trabajo. Se dispondrá de un número suficiente de juntas de anclaje para conseguir la estabilidad y seguridad del conjunto, distribuyendo para cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra. El piso de los andamios se sujetará a los tubos o perfiles metálicos mediante abrazaderas o piezas similares, de modo que se impida la oscilación. El apriete de las mordazas será uniforme, de modo que no quede holgado ningún tornillo. El apoyo de los extremos de los tubos o perfiles metálicos en zonas resistentes se hará con la interposición de una base con taladros, para pasar las puntas o tornillos de sujeción con apoyos. No se podrán dejar plataformas sueltas y sujetas a los tubos por su propio peso, habiendo de hacerse servir contravientos apropiados en el sentido longitudinal y transversal. Todos los elementos metálicos tendrán que estar protegidos contra oxidación, tomando las medidas oportunas para su conservación. El montaje y mantenimiento del andamio se tendrá que realizar por el personal especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante.

- Andamios de “borriquete”: Para alturas mayores de 3 metros no se podrán utilizar sin riostras. La máxima altura permitida será de 6 metros. Para una altura comprendida entre 3 y 6 metros, se utilizarán borriquetes armados de bastidores móviles con riostra. Una tercera parte de los tablones que forman el piso del andamio, como mínimo, deberán estar apoyados, en el peor de los casos, cada 2,5 metros de longitud.

10.7. Mano de obra

En los siguientes puntos se hace referencia a los operarios que llevan a cabo de manera directa o indirecta la ejecución de obra.

10.7.1. Calificación

La Dirección Facultativa podrá rechazar la ejecución de obra si, durante el proceso de ejecución, se detectan deficiencias o anomalías constructivas imputables a la falta de calificación requerida para los operarios ejecutores.

Los operarios que participen o intervengan de forma directa en la ejecución de las unidades de obra, tendrán q estar calificados y capacitados profesionalmente para realizar, con las prescripciones de ejecución establecidas y con las instrucciones recibidas, los trabajos propios del oficio o especialidad a que se refiera cada unidad de obra.

La calificación de los operarios se basará en:

- Interpretación de instrucciones gráficas, medidas y cotas.
- Utilización de las herramientas de trabajo adecuadas.
- Utilización de niveles y plomos.
- Trazado de ángulos y alineaciones.

- Colocación de tirantes, miras y reglas.
- Aplicación, distribución y ordenación de los elementos constructivos de la unidad de obra, de acuerdo con los despieces, trazados y disposiciones constructivas establecidas.
- Montaje de los medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.
- Los operarios que manejen o conduzcan las máquinas de producción tendrán que estar debidamente calificados y autorizados para la utilización de dicha máquina.

10.7.2. Acreditación

La Dirección Facultativa podrá exigir al contratista, en cualquier momento, la acreditación de la calificación o especialización de los operarios que participen en la ejecución de la obra.

La categoría profesional, oficio o especialización tendrá que acreditarse mediante experiencia contrastada, formación profesional, carnet o autorización, en su caso, según el oficio de que se trate.

10.8. Jefes de obra, encargados y capataces

Llevarán a cabo las funciones de control, organización, distribución de tareas, vigilancia, comprobación y otros.

10.8.1. Calificación

El constructor deberá tener permanentemente en la obra a una persona con los conocimientos, calificación, capacitación y atribuciones suficientes para desarrollar correctamente las siguientes funciones:

- Interpretación de planos, tanto de conjunto como de detalle.

- Interpretación de definiciones, descripciones y prescripciones de cualquiera de los documentos del proyecto.
- Realizar los replanteos generales y parciales.
- Transmitir las instrucciones pertinentes de acuerdo con el proyecto y las órdenes de la Dirección Facultativa, los trabajadores que realicen las diferentes tareas, obre la ejecución, organización y puesta en obra de las diferentes unidades.
- Interpretar las órdenes e instrucciones impartidas por la Dirección Facultativa.
- Instruir a los operarios sobre la ejecución de las distintas unidades de obra.
- Interpretar las medidas adoptadas, en los documentos y normas correspondientes y las órdenes recibidas al respecto, sobre salud, seguridad e higiene laboral, así como transmitir a los trabajadores las instrucciones pertinentes sobre dicha materia.
- Organizar la ejecución de la obra y representar el contratista.

10.9. Productos

10.9.1. Procedencia y características

Los productos que se utilizarán en la obra deberán cumplir las características cualitativas y cuantitativas prescritas para los mismos, pudiendo el contratista utilizar las marcas, modelos o denominaciones comerciales que crea conveniente, siempre que reúnan tales características y hayan sido previamente aprobados por la Dirección Facultativa.

Las tolerancias especificadas en las prescripciones establecen los límites a partir de las que la Dirección Facultativa podrá tomar la decisión de rechazo.

Cuando no se especifique una tolerancia concreta para una determinada característica, se entenderá que, de no cumplir la misma, el producto en cuestión podrá ser rechazado.

10.9.2. Normas de aplicación

Los materiales utilizados en la obra tendrán que ajustarse a las normas relacionadas en las prescripciones correspondientes a cada uno de ellos.

10.9.3. Conservación, almacenaje y manipulación

Deberán llevarse acabo los cuidados y las protecciones necesarias, tomando las medidas correspondientes y siguiendo, en su caso, las instrucciones del suministrador para mantener y conservar las condiciones de recepción exigidas a los productos, hasta su incorporación en las unidades de obra, a cuyos efectos, el contratista deberá instalar en la obra los espacios y almacenes precisos para asegurar la conservación de los materiales, siguiendo las prescripciones establecidas y las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa.

La colocación y manipulación a la que deben estar sometidos los productos en las operaciones de carga, descarga y apilado o almacenamiento, y en los movimientos y transportes desde los lugares de acopio hasta los de aplicación, se realizarán de forma que no alteren sus condiciones.

10.10. Unidades de obra

10.10.1.Requisitos previos

Los requisitos previos exigidos para cada unidad de obra en las prescripciones especificadas correspondientes, con carácter general, antes de iniciar la ejecución de cualquier unidad de obra, se cumplirán los siguientes puntos:

- Los lugares de trabajo deberán estar limpios y libres de restos.
- Se dispondrá de toda la información que pueda afectar a la ejecución.
- Estarán instalados los medios auxiliares que sean necesarios.

- Se habrán ejecutado las unidades de obra requeridas, según el proceso constructivo.
- No se podrán comenzar los trabajos, si se dan las condiciones meteorológicas adversas que puedan afectar a la ejecución.

10.10.2. Prescripciones de ejecución

La ejecución de las unidades de obra, se llevará a cabo con las prescripciones establecidas por la Dirección Facultativa, como las normas aplicables relacionadas, las normas tradicionales de buena construcción y con las órdenes e instrucciones.

Las formas, dimensiones, trazados, disposiciones constructivas, despieces y emplazamientos de las distintas unidades y partes de obra serán especificadas en los planos de conjunto y detalle.

La instalación, montaje y puesta en obra de los productos que deben quedar integrados a la unidad de obra se realizará de forma que no alteren las características de los mismos.

La mano de obra deberá estar calificada para los trabajos realizados en que intervengan. En condiciones climatológicas adversas y desfavorables que puedan afectar a las características, se suspenderán los trabajos correspondientes.

Una vez finalizada la ejecución de cualquier unidad de obra, no presentará defectos, manchas, deterioros o irregularidades, y deberá quedar con las dimensiones especificadas en los planos, así como cumplir con las funciones para que se destinen.

Así mismo, el lugar deberá quedar limpio, con la correspondiente retirada de las ruinas, restos, materiales sobrantes, los equipos de herramientas y medios auxiliares utilizados, salvo que sea imprescindible mantener algunos de estos últimos.

10.11. Controles, pruebas y ensayos

La Dirección Facultativa podrá llevar a cabo, por sí misma, o con la colaboración de entidades acreditadas en las áreas correspondientes, los ensayos, controles, pruebas de materiales y unidades de obra que estime pertinente, debiendo el contratista facilitar dichos cometidos, proporcionando los medios materiales que sean necesarios para su desarrollo, tales como medios auxiliares, productos, energía y agua.

El Contratista podrá realizar bajo su criterio los autocontroles que estime pertinentes, debiendo dar conocimiento, en su caso, a la Dirección Facultativa de la planificación prevista a tal efecto.

En los controles a efectuar, el error máximo admitido por los procedimientos de medida será inferior al 50% de la tolerancia establecida.

La Dirección Facultativa podrá aceptar los determinados productos, mano de obra y unidades de obra, sin necesidad de someterlos a ensayos u otros controles, siempre y cuando cumplan los certificados pertinentes. Los documentos de garantía serán:

- Certificación de conformidad con la norma. Se podrán admitir los expedidos por organismos de certificación legalmente autorizados de acuerdo con el RD 2200/1995.
- Declaración del suministrador. Se podrán admitir los presentados según el especificado en la norma UNE 66514-91
- Certificación de ensayo. Se podrán admitir los presentados por un laboratorio oficialmente reconocido, propio o ajeno al suministrador, expedido según norma UNE 66803-89.
- Documentos de aptitud de operadores, instaladores y aplicadores.

- Licencias y certificados de competencia. Se podrán admitir los documentos de aptitud personal y en periodo de vigencia, emitidos por organismos oficialmente reconocidos.
- Reconocimiento de instalador o aplicador. Se podrán admitir los documentos emitidos por el fabricante sobre un determinado proceso o elemento constructivo a favor de una organización o persona física, aceptados por ésta.

10.12. Recepción de la obra

Si en la recepción de la obra se detectasen unidades de obra no ejecutadas de acuerdo con el proyecto, la Dirección Facultativa podrá rechazar las obras y ordenar las correcciones oportunas.

La obra deberá entregarse, por el Contratista, limpia y libre de escombros, residuos, materiales, medios auxiliares, maquinaria e instalaciones y construcciones provisionales. En el acto de la recepción deberá entregar por parte del contratista:

- Las instrucciones, manuales de uso, mantenimiento, conservación y garantías, en su caso, de los equipos, aparatos y máquinas instaladas.
- Los permisos y autorizaciones necesarios para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que los requieran.
- Cualquier otra documentación o exigencia que venga impuesta por las condiciones y acuerdos contractuales.
- Relación de suministradores y subcontratas que han intervenido en la obra.

10.13. Criterios de mediciones

10.13.1. Normas generales

Al efectuar las mediciones de la obra, se tomarán las dimensiones de lo realmente ejecutado.

En cualquier caso, cuando para determinadas unidades de obra se establece el criterio de medición sobre dimensiones teóricas de planos, se tomarán las mismas, salvo que sean mayores que las de la obra realmente ejecutada.

No se considerarán los excesos de medición que se originen por irregularidades o errores de ejecución, obras defectuosas o para refuerzo de éstas.

Para las partes de obra las dimensiones y características que hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista deberá avisar a la Dirección

Facultativa con la antelación suficiente, a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos.

Cuando la empresa constructora proponga a la Dirección Facultativa la ejecución de cualquier unidad de obra, con mayores dimensiones que las fijadas en el proyecto, la Dirección Facultativa lo considerará y si es aceptable, se efectuará la medición de las partidas en cuestión, según las dimensiones del proyecto.

10.13.2. Formas de medir

Las unidades de medida a adoptar y los criterios a seguir para la medición de las distintas unidades de obra serán las que figuren en las prescripciones correspondientes a cada una de ellas

10.13.2.1. Acondicionamiento del terreno

- Medido en perfil natural: La medición se referirá al estado del terreno, antes de realizar la excavación. La forma de efectuar dicha medición consistirá en tomar las dimensiones de longitud, latitud y altura fijadas en los planos, salvo en el caso de dimensiones en obras menores que en planos, donde se tomarán las de la obra. No se considerarán los excesos que, en relación con las cotas aludidas, se pudieran producir por el desarrollo normal de los trabajos o ejecuciones defectuosas. Sin embargo, serán de tener en cuenta las variaciones producidas en obras por órdenes de la Dirección Facultativa.
- Medido en perfil compactado: La medición se referirá al estado del terreno una vez finalizado el proceso de compactación. En cuanto a la forma de efectuar la medición las consideraciones serán indicadas para las excavaciones.
- Medida de la superficie en verdadera magnitud: Medición según las superficies resultantes del terreno una vez compactado o explanado.
- Medida en perfil esponjado: La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.
- Medida de la superficie de entibación útil: Se medirá la superficie que resulte de considerar las dimensiones de los parámetros a entibar. Es decir, las caras de tierras protegidas.

10.13.2.2. Cimentaciones

- Medida en peso nominal: Según los kilogramos que resulten de aplicar a las longitudes de barras los pesos nominales que, según el diámetro y tipo de acero, figuren en tablas. Los solapes de unas barras con otras habrán de ser considerados al efectuar la medición, según las longitudes de los mismos que figuran en los planos.

- Medida la superficie ejecutada hasta la coronación después del saneamiento: Se medirá la superficie resultante de multiplicar la longitud ejecutada por la altura determinada por la base del muro y su cara superior de coronación, una vez ejecutada la demolición y el saneamiento correspondiente.
- Medida la superficie de encofrado útil: Será la que se deduzca de tomar las cotas, con las que aparecen en planos, las piezas resultantes de hormigón, es decir, las partes de las caras de encofrados en contacto con el hormigón.
- Medida el volumen teórico ejecutado: Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones especificadas en los planos. Independientemente que las piezas de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones. En el caso de dimensiones en obras menores que en planos se tomarán las cotas de obra.
- Medida la superficie ejecutada: Medición de la superficie realmente ejecutada, según planos.

10.13.2.3. Saneamiento

- Medida la unidad ejecutada: Medición resultante de cuantificar el número de unidades de obra una vez ejecutadas.
- Medida la longitud ejecutada: Se medirá la longitud real de cada ramal de la red, considerando los tramos de cada colector ocupados por piezas especiales. Se medirá la longitud real considerando los tramos verticales ocupados por piezas especiales.
- Medida entre ejes de arquetas: Se medirá la longitud real de cada ramal de la red desde eje a eje de arquetas.

10.13.2.4. Estructuras

- Medida de fuera a fuera deduciendo huecos mayores de 1 m²: Se efectuará la medición de cara exterior a cara exterior de los elementos delimitadores de cada forjado en ambos sentidos (jácenas, muros de carga, zunchos, etc..) descontando solamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de 1 m². En los casos de dos crujías formadas por forjados diferentes, objeto de precio unitarios distintos, que apoyen o se empotren en una jácena o muro de carga común a ambas crujías, cada una de las partidas de forjado se medirá desde fuera o cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.
- Medida del volumen teórico ejecutado: Se medirá de la forma establecida en el capítulo de cimentación.
- Medida de la superficie de encofrado útil: Se medirá de la forma establecida en el capítulo de cimentación.
- Medido en peso nominal: Se medirá de la forma establecida en el capítulo de cimentación, aplicándose, para el caso de perfiles normalizados, iguales criterios que para las barras de acero.

10.13.2.5. Albañilería

- Medición deduciendo huecos mayores de 3 m²: Se medirá descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea de 3 m², lo que significa que se medirán como partidas independientes: la formación de dinteles, la formación de mochetas, los recibos de cercos; según se trate, de los huecos que hayan de deducirse y que se medirá a cinta corrida, es decir, como si no existieran huecos, las superficies ocupadas por huecos, de superficie igual o menor de 3 m². Por lo que, en compensación, no se medirán las partidas referidas que correspondan a estos huecos. A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cuando el mismo tiene mochetas y dintel para puerta o ventana. Por lo que de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería se

- deducirá siempre el mismo, al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie. No se deducirán, en ningún caso, las zonas ocupadas por cobijados de cámaras de aire, capialzados de persianas, mochetas y dinteles, es decir, sólo se considerarán las dimensiones de los huecos de fábrica previstos para la carpintería, cuando hayan de descontarse de éstos. En los casos de intersecciones de fábricas, con cerramientos de fachadas con pilares, resueltas con empachados de las caras exteriores de los pilares, la fábrica del cerramiento se medirá corrida, por delante de los pilares y, en compensación, no se medirán los empachos referidos. En el supuesto de cerramientos de fachadas formados por fábrica exterior, cámaras de aire y hoja interior de trasdosado, donde las dos hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las partidas correspondientes a cada hoja se tomará la cota de altura desde el forjado, y en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.
- Medición a cinta corrida: Se medirán los parámetros verticales de cerramientos o particiones como sino existieran huecos, por lo que al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán las partidas de dintel, mochetas y recibidos de cercos o precercos, tanto de los huecos exteriores como interiores. La medición correspondiente a forrados interiores de bajantes, conductos de ventilación, pilares u otros elementos análogos y de faldones o repisas de bañeras, en su caso, se incluirán en la medición de las partidas de particiones interiores de que se trate (citara, tabicón, tabique, etc.)
 - Medición en proyección horizontal de fuera a fuera: Se efectuará la medición de los distintos planos horizontales; obtenidos mediante la proyección de los puntos delimitadores de la cubierta o elemento de que se trate, según la planta de forjado, tomando las cotas de cara exterior a cara exterior de elementos tales como hastiales, aún cuando no formen parte de las formaciones de pendientes y se consideren como objeto de otras partidas independientes. No se considerarán los vuelos de los elementos de cubrición, en los aleros, sobre el forjado o

elementos donde apoye la formación de pendientes. Se deducirán los huecos o pasos cuya superficie sea superior a 1 m².

- Medición según la arista de la intersección entre huella y tabica: Por cada peldaño se medirá la longitud correspondiente a dicha intersección.
- Medición de la longitud ejecutada: Se medirá la longitud realizada. En el caso de dinteles corresponderá al ancho del agujero más las entregas en los apoyos.
- Medición según la luz libre del hueco: La medición se realizará considerando el ancho del hueco de fábrica.
- Medición según la altura libre del hueco: Medición, por cada mocheta de agujero, de la altura del mismo, según la medición de carpintería.
- Medición de la carpintería: Se medirá la superficie que resulte de tomar las dimensiones de fuera a fuera del cerco, de la carpintería a recibir.
- Medición en verdadera magnitud: Se medirá según las dimensiones de los planos horizontales o inclinados que resulten, siguiendo las líneas de máxima pendiente y deduciendo todos los agujeros.
- Medición de la superficie ejecutada: se ejecutará la medición de la superficie realmente ejecutada, según los planos, lo que implica deducir todos los huecos o zonas no ejecutadas.

10.13.2.6. Cubiertas

- Medición en proyección horizontal deduciendo los huecos mayores de 1 m²: Se medirán los distintos planos horizontales que delimiten los faldones, comprendidos entre caras inferiores de pretilos y líneas exteriores de bordes libres, descontando los agujeros y elementos que sobresalgan de la cubierta, la

superficie de la que será mayor de 1 m². En el supuesto de vertido de faldones o canalones, se deducirá la superficie ocupada por dichos elementos.

- Medición en verdadera magnitud deduciendo huecos mayores de 1 m²: Se medirá la superficie inclinada los faldones descontando los huecos y elementos que sobresalgan de la cubierta, cuya superficie sea mayor de 1 m². Se efectuará la medición desde las líneas exteriores de bordes libres y aleros, hasta las líneas de intersección de faldones.

10.13.2.7. Instalaciones

- Medición de la longitud ejecutada: Medición según el desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.
- Medición de la unidad ejecutada: La medición se efectuará cuantificando el número de unidades ejecutadas. Se medirá la superficie desarrollada, las curvas por el radio mayor y las reducciones según la sección mayor.

10.13.2.8. Aislamientos

- Medición de la superficie ejecutada: Se medirá la superficie realmente ejecutada, una vez deducidas todas las superficies en las que no se disponga de aislamiento. Las posibles vueltas de los aislamientos en los encuentros, se medirán en su verdadero desarrollo.
- Medición de la superficie ejecutada en proyección horizontal: Se efectuará la medición de los distintos planos en proyección horizontal deduciéndose todas las superficies donde no se disponga de aislamiento.
- Medición de la superficie ejecutada por su desarrollo: Medición según el desarrollo de la superficie real ejecutada.

- Medición de la longitud ejecutada: Medición según desarrollo longitudinal real ejecutado.
- Medición del volumen teórico lleno: Será el volumen resultante de considerar las dimensiones especificadas en planos de los espacios rellenos.

10.13.2.9. Revestimientos

- Medición de la superficie ejecutada: Se medirá la superficie ejecutada, una vez deducidas todas las superficies en las que no se disponga de revestimiento. Las piezas intermedias o de remates dispuestas en los revestimientos podrán ser objeto de medición independiente en las partidas correspondientes, y se deducirá la superficie ocupada por dichos elementos al medir los revestimientos de que se trate:
 - Deducción de huecos mayores de 0.25 m²: Se medirá la superficie ejecutada, una vez deducidas las superficies no revestidas mayores de 0.25 m². En compensación, no se medirán los posibles recercados los agujeros no considerados.
 - Deducción de huecos mayores de 0.50 m²: Se medirá la superficie ejecutada, una vez deducidas las superficies no revestidas mayores de 0.50 m². En compensación no se medirán los posibles recercados los huecos no deducidos.
- Medición de cinta corrida: Se efectuará la medición sin deducir ningún hueco, compensado con ello los revestimientos de mochetas, fondos de dinteles y ejecución de aristados, midiendo desde las líneas donde empiece el enfoscado. En los casos de vacíos practicados en las paredes de suelo a techo, se deducirán los mismos y se incluirán en la medición de la partida el posible revestimiento de las mochetas, pilares aislados, etc. En referencia a enfoscados de parámetros verticales interiores, la altura se medirá desde la arista superior del rodapié, zócalo o elemento donde arranca el enfoscado.

- Medición de cinta corrida desde la arista superior del rodapié: La medición se efectuará considerando la altura desde la arista superior del rodapié, zócalo o líneas de arranque de revestimiento y sin deducir ningún hueco. Medición a cinta corrida con desarrollo de vigas: Medida sin descontar ningún agujero y considerando los resaltes o cuelgues de vigas por su desarrollo, midiendo desde las líneas donde empieza el revestimiento. En el caso de guarnecidos y enlucidos en cajas de escalera, se incluirán en la medición de la misma partida todos los parámetros verticales, horizontales o inclinados que se encuentren dentro del ámbito delimitado por la caja de escala.
- Medición de la longitud ejecutada: Se medirá la longitud ejecutada, una vez deducidas las longitudes no revestidas.
- Medición según la anchura libre del hueco: La medición se realizará tomando el ancho del hueco entre moquetas.
- Medición de la unidad ejecutada: La medición se efectuará cuantificando el número de unidades ejecutadas.

10.13.2.10. Carpintería y elementos de seguridad y protección

- Medición de fuera a fuera del cerco: Se medirá la superficie de fuera a fuera del cerco.
- Medición de fuera a fuera del precerco: Se medirá la superficie de fuera a fuera del precerco.
- Medida de fuera a fuera: Medición según las dimensiones del rectángulo capaz mínimo en el que se pueda inscribir la proyección de la reja.
- Medida de la longitud ejecutada: Según el desarrollo longitudinal resultante.

- Medida según la superficie del hueco: Se efectuará la medición tomando las dimensiones del hueco de fábrica.

10.13.2.11.Elaborados sintéticos y vidrio

- Medición de la superficie acristalada en múltiplos de 30 mm: Significa medir cada pieza de vidrio con sus medidas reales, redondeando por exceso a múltiplos de 30mm. Cuando se trate de piezas de formas no rectangulares, se medirán según las dimensiones del rectángulo capaz mínimo en el que se pueda inscribir la pieza a medir, redondeando a partir de dichas dimensiones.
- Medición de la superficie acristalada en múltiplos de 25cm en longitud y 10 cm en anchura: Medición pieza a pieza con sus medidas reales, redondeadas por exceso, con la longitud en múltiplos de 25 cm y ancho a múltiplos de 10 cm. Para piezas no rectangulares se seguirá el criterio marcado anteriormente.
- Medición de la superficie acristalada en múltiplos de 25 cm en longitud y 26 cm en anchura: Se medirá cada pieza con sus medidas reales, redondeadas por exceso, con la longitud en múltiplos de 25 cm y ancho en múltiplos de 26 cm.
- Medición de la superficie total ejecutada, comprendida entre los elementos de sustentación: Se efectuará la medición de la superficie realmente ejecutada, entre caras exteriores de los elementos de sustentación, según planos, lo que significa deducir todos los huecos y espacios no acristalados.
- Medición de la superficie ejecutada según dimensiones normalizadas: Medición según las dimensiones de las hojas normalizadas.
- Medición de la superficie empapelada: Medición de la superficie realmente ejecutada.
- Medición de la superficie ejecutada: Medición de la superficie realmente ejecutada.

10.13.2.12. Pintura

- Medición de la superficie ejecutada: Se medirá lo realmente ejecutado, según planos, lo que implica deducir todos los huecos o zonas no pintadas e incluyendo las superficies de mochetas y fondos de dinteles que vayan tratados de igual forma.
- Medición a cinta corrida: Se medirá sin deducir ningún hueco, compensando la pintura de mochetas y fondos de dinteles, en su caso.
- Medición a dos caras: Significa duplicar la medición de las partidas de carpintería correspondientes, siempre que ambas caras vayan tratadas con la misma pintura. En caso contrario, se medirá a una sola cara cada partida diferente.
- Medición de dos caras de fuera a fuera del tapajuntas: Se multiplicará por dos la superficie de una cara, medida de fuera a fuera del tapajuntas, siempre que las dos caras vayan tratadas de forma igual, ya que en caso contrario, se medirá una sola cara. En el caso de pinturas de capialzados de persianas sólo se considerará la superficie pintada de los mismos.
- Medición a tres caras: Se efectuará la medición multiplicando por tres las superficies medidos a una sola cara, de fuera a fuera de los elementos de cerrajería correspondientes.
- Medición a cinta corrida descontando huecos mayores de 1 m²: Sólo se deducirán los agujeros la superficie de los que sea mayor de 1 m². Se medirán en cinta corrida los de superficie igual o menor a la indicada.
- Medición en peso nominal de los elementos estructurales pintados: Igual medición que los elementos estructurales que se hayan pintado, siguiendo el criterio marcado para medir estos.

11. MEMORIA DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

11.1.Objetivo

Este conjunto de requisitos o instalaciones que hay que incluir en el edificio tiene por objeto satisfacer las condiciones que deben cumplirse en caso de incendio para su seguridad, para prevenir su aparición y para dar una respuesta adecuada en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción con el fin de reducir al máximo los daños o pérdidas que el incendio pueda provocar en bienes i sobretodo personas.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, una vez producido, con tal de extinguirlo.

Así pues en este apartado se van a definir las medidas mínimas según la reglamentación en vigor y se definirán también los elementos que las componen mediante la consulta con los diferentes apartados de la normativa y la realización de los cálculos necesarios para realizar dichas consultas.

Estas características están indicadas en el Reglamento de Seguridad Contra incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI), donde se dice que será aplicable el Código Técnico de la Edificación (CTE) en esas zonas del edificio industrial que no intervengan en el proceso industrial, es decir que el Código técnico será el encargado de definir los requisitos mínimos en el sector de almacén.

11.2.Ámbito de Aplicación

El ámbito de aplicación del RSCIEI son: los establecimientos industriales, es decir las industrias tal i como se definen en el artículo 3.1 de la Ley 21/1992, del 16 de julio, de Industria; Los almacenamientos industriales; Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y

transporte de mercancías; Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades anteriores.

11.3.Cumplimiento de la normativa contra incendios

La construcción de la nueva nave no representa modificaciones significativas en materias de seguridad contra incendios en los sectores ya existentes en la fábrica, dado que esta obra no:

- No reducen las condiciones de seguridad
- No modifican las condiciones de accesibilidad para la intervención a los servicios de socorro (bomberos)
- No reducen las exigencias de estabilidad al fuego en las condiciones de sectorización o combustibilidad de los materiales.
- No reduce las condiciones de evacuación.
- No provoca exigencias superiores en los sistemas de seguridad contra incendios.

Vamos a establecer los requisitos que la nave ha de reunir para cumplir el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

Para definir la normativa que debemos seguir, vamos a seguir los siguientes puntos:

- Clasificación normativa del establecimiento.
- Caracterización y nivel de riesgo intrínseco del establecimiento.
- Requisitos constructivos del establecimiento.

- Requisitos de las instalaciones de Protección Contra Incendios del establecimiento.

11.4. Clasificación de la normativa de la nave

La nave está destinada a un uso industrial, en su interior se almacenaran en silos botellas vacías de polietileno.

En relación a la clasificación normativa del establecimiento, se determinarán las necesidades y medidas correctoras aplicables, en base a la actividad a desarrollar en el mismo, almacenamiento; para ello se estudiará la normativa de aplicación para establecimientos industriales

El Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI) (Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre) se aplica a toda actividad industrial de producción o almacenamiento, definiéndose en el mismo y según la actividad, las medidas de protección pasiva (resistencia al fuego de estructuras y paramentos) y de protección activa (medios de protección contra incendios necesarios) para el establecimiento.

Se define como almacenamiento industrial a cualquier recinto, cubierto o no, que de forma fija o temporal, se dedique exclusivamente a albergar productos de cualquier tipo.

La nave no contendrá espacios destinados para oficinas, vestuarios, lavabos, ni cualquier otro espacio que pueda albergar personas, ya que su uso es exclusivo para el almacenaje y el acceso de personas estará restringido para tareas de mantenimiento.

11.5. Características de los establecimientos industriales

En base a la situación del establecimiento, dado que ocupa toda la nave y no se encuentra adosado a otros establecimientos por sus fachadas laterales (no adosado a una distancia superior a 3m y atendiendo al artículo 2.1 del Anexo I del R. D. 2267/2004 concluimos:

El establecimiento se clasifica o caracteriza como TIPO C.

“Tipo C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.”

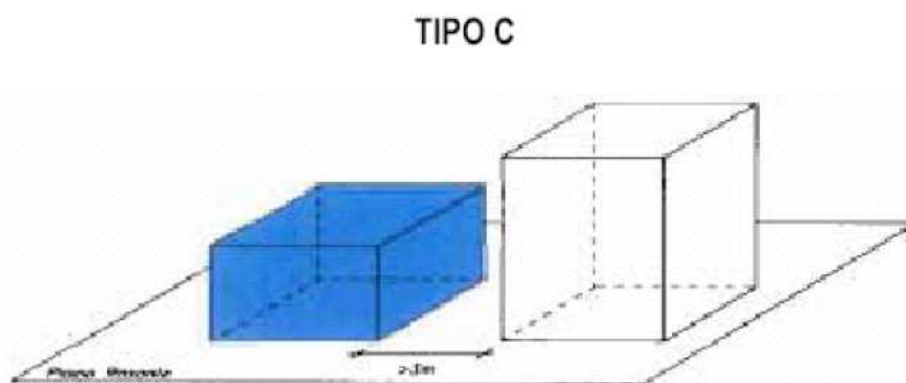


Imagen 65.Esquema del establecimiento que se clasifica Tipo C

11.6.Caracterización por su nivel de riesgo intrínseco

Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio) del establecimiento industrial.

Para los tipos C, el caso en estudio, se considera sector de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Para calcular el nivel de riesgo intrínseco utilizaremos la siguiente expresión, que calcula la carga de fuego ponderada y corregida de dicho sector de incendio, a partir del poder calorífico del PVC.

Para el cálculo de la densidad de carga de fuego de la zona destinada a almacenaje, empleando la expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i q_i C_i}{A} R_a \quad (\text{MJ/m}^2) \text{ o } (\text{Mcal/m}^2)$$

Donde:

QS = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

Gi = Masa, en Kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles)

Ci = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

Ra = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por 100 de la superficie del sector.

qi = Poder calorífico, en MJ/Kg o Mcal/Kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

A = Superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad C_i , de cada combustible, pueden deducirse de la tabla 1.1. de la Normativa de Incendios

Los valores del coeficiente de peligrosidad por activación R_a , pueden deducirse de la tabla 1.2. de la Normativa de Incendios

Los valores del poder calorífico q_i , de cada combustible, pueden deducirse de la tabla 1.4. de la Normativa de Incendios

La altura de almacenaje h_i , se refiere a la altura neta de producto considerado, y no tiene por qué corresponderse a la altura del silo.

q_i	G_i	A	C_i	R_a
Polietileno	Masa del combustible	Superficie almacenamiento	Coeficiente grado de peligrosidad ⁽¹⁾	Coeficiente de riesgo de activación
42 MJ/kg	12.324,768 kg	336 m ²	1,3	1

Tabla 30.Cálculo de la densidad de carga de fuego para el Polietileno

⁽¹⁾ grado de peligrosidad de los combustibles (media), sólidos que comienzan su ignición a temperatura comprendida entre 100°C y 200°C.

El nivel de riesgo intrínseco del edificio se determina mediante el cálculo de la densidad de carga al fuego del mismo (Q_e). Ver apartado cálculos.

$$Q_{\text{almacén}} = 2002,77 \text{ MJ/m}^2$$

Evaluada la densidad de carga de fuego ponderada y corregida, se deduce de la tabla 1.3 del RSCIEI, que el sector y el establecimiento serán:

- Riesgo MEDIO y Nivel 5

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 \leq Q_s \leq 200$	$425 \leq Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 \leq Q_s \leq 200$	$850 \leq Q_s \leq 1.275$
	4	$300 \leq Q_s \leq 200$	$1.275 \leq Q_s \leq 1.700$
	5	$400 \leq Q_s \leq 200$	$1.700 \leq Q_s \leq 3.400$
Alto	6	$800 \leq Q_s \leq 200$	$3.400 \leq Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 \leq Q_s \leq 200$	$6.800 \leq Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 \leq Q_s$	$13.600 \leq Q_s$

Tabla 31. Clasificación del nivel de riesgo intrínseco en función de la carga de fuego ponderada y corregida

11.7. Requisitos constructivos de la nave

En el siguiente apartado se establecen los requisitos constructivos para el establecimiento, así como los medios de protección pasiva requeridos, conforme a lo establecido en el anexo II del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) Real Decreto 2.267/2.004; en base a su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.

El acceso al establecimiento se realizará:

- Por la fachada principal de la nave a través de una puerta de emergencia de 1x2m, a la que se accede directamente desde el interior de la fábrica por la vía principal de circulación.
- Por la fachada posterior de la nave, a través de una puerta de emergencia de 1x2m que da a una vía interna secundaria, accesible para los peatones.

En consecuencia, la intervención de los servicios de extinción de incendios y la maniobra y aproximación de los vehículos se realizará directamente desde el interior de la fábrica por la vía principal de circulación.

11.8.Requisitos constructivos de los establecimientos industriales

11.8.1.Sectorización de incendio

Atendiendo a la naturaleza de las actividades desarrolladas en el establecimiento, se ha establecido un sólo sector de incendio cuyo riesgo es medio de nivel 5.

La superficie construida del establecimiento es de 336 m².

En base a la aplicación de la tabla 2.1 (anexo II del RSCIEI), se establece que dada la configuración tipo C del establecimiento y el nivel de riesgo del mismo, no se sobrepasa la superficie máxima admisible (3.500m²).

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
Bajo	(1)-(2)-(3)	(2)-(3)-(5)	(3)-(4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
Medio	(2)-(3)	(2)-(3)	(3)-(4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
Alto	NO ADMITIDO	(3)	(3)-(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Tabla 32.Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendios

La condición impuesta por el R.D. 2267/2004, de que el establecimiento constituya “al menos” un sector de incendio, tiene por finalidad el que no se propague un incendio al establecimiento colindante.

11.8.2.Materiales

Las exigencias del comportamiento de los productos al fuego, se definirán fijando la clase que deben de tener según dice la norma UNE 23727:

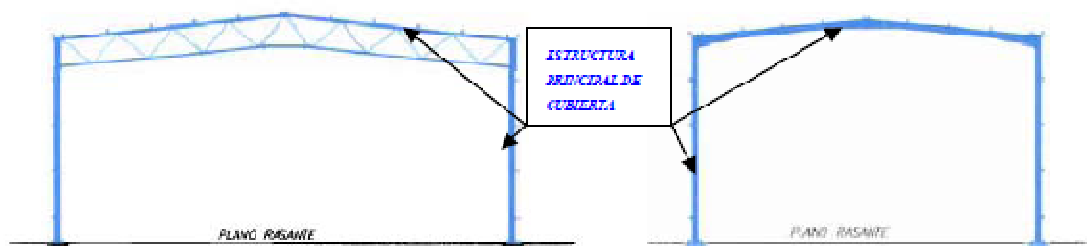
- M0: No combustible.
- M1: Combustible pero no inflamable.
- M2, M3 i M4: Grado de inflamabilidad moderada, medio o alto respectivamente.

Según el apartado 3 del reglamento, el comportamiento de los materiales con respecto al fuego debe ser:

- Los pavimentos, los cierres y los revestimientos interiores y exteriores serán de clase M2 o favorable.
- Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).
- Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser de clase B-s3 d0 (M1) o más favorable. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.
- Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A 1 (M0).

11.8.3. Estabilidad al fuego de elementos constructivos portantes

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante en un sector de incendio, se definen por el tiempo durante el cual el elemento debe mantener la capacidad portante y su estabilidad mecánica ante el fuego.



La tabla 2.3 será también de aplicación a las estructuras principales de cubiertas ligeras y sus soportes en edificios en planta baja.

Tabla 33. Esquema de estructura principal de cubierta

Los sistemas de protección de las estructuras metálicas se basan esencialmente, en el recubrimiento de los perfiles con materiales aislantes.

Entre los sistemas más utilizados se encuentran los siguientes:

- Placas o paneles resistentes al fuego, que están compuestas por silicatos cálcicos u otros materiales. Se instalan recubriendo todo el perímetro del perfil metálico y su espesor depende del factor de forma, del coeficiente de conductividad térmica del revestimiento y de la disposición en la obra del perfil. Puede alcanzar resistencias al fuego hasta R 240.
- Pinturas intumescentes, que son productos que en contacto con el calor sufren una transformación debido a reacciones químicas, evita la transmisión del calor al elemento a proteger. Lo más habituales que se alcancen resistencias al fuego de hasta R 60.

- Morteros, que son sistemas de protección mediante el recubrimiento del perfil con proyección de mortero. Al igual que las placas, el espesor de protección dependerá del factor forma, del coeficiente de conductividad térmica del revestimiento y de la disposición en la obra del perfil. Pudiéndose alcanzar resistencias al fuego hasta R 240.

A estas estructuras para estudiar su resistencia al fuego se les debe aplicar el Anexo D del Código Técnico de la Edificación: Documento Básico DB-SI "Seguridad en caso de incendio" o bien el EUROCÓDIGO 3 Parte 1-2 EN 1992-1-2.

Análogamente, para las estructuras de hormigón que requieran mejorar su estabilidad al fuego, por deterioro, cambio de actividad del establecimiento u otras razones, pueden utilizar varios sistemas.

Entre los sistemas más utilizados se encuentran los revestimientos mediante mortero proyectable, placas o paneles resistentes al fuego, pinturas o bien revestimientos de yeso aplicados conforme al punto c.2.4 del Anexo C del CTE DB SI.

A estas estructuras para estudiar su resistencia al fuego se les debe aplicar el EUROCODIGO 2 Parte 1-2 o el Anexo C del Código Técnico de la Edificación: Documento Básico "seguridad en caso de incendio".

En la nave se distinguen, por tanto, para cada sector de incendio (dada la configuración tipo C del edificio) los siguientes valores mínimos necesarios de estabilidad al fuego para sus estructuras portantes (tabla 2.2 Anexo II):

- Riesgo Medio R 60 (EF – 60)

Nivel de riesgo intrínseco	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
Bajo	R 120 (EF-120)	R 90 (EF-90)	R 90 (EF-90)	R 60 (EF-60)	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)
Medio	NO ADMITIDO	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 90 (EF-90)	R 90 (EF-90)	R 60 (EF-60)
Alto	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF-180)	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 90 (EF-90)

Tabla 34.Estabilidad al fuego de elementos constructivos portantes R 60 (EF-60)

En el caso de la cubierta y sus soportes (considerada ligera), la estabilidad mínima requerida para el nivel de riesgo medio del establecimiento (tabla 2.3 Anexo II) es:

- Riesgo Medio R 15 (EF – 15)

Nivel de riesgo intrínseco	TIPO B	TIPO C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo Bajo	R 15	No se exige
Riesgo Medio	R 30	R 15
Riesgo Alto	R 60	R 30

Tabla 35.Estabilidad al fuego de elementos constructivos portantes R 15 (EF-15)

La determinación de los valores de estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes para cumplir la normativa que hemos determinado, se ha realizado en base a los valores facilitados por el programa informático CYPE:

- Los pilares de la nave son perfiles de acero HEB que tienen un revestimiento de protección de lámina mineral o de roca, de densidad 150 Kg/m³, con una conductividad de 0,2 W/mK y un calor específico de 1200 J/KgK.
- La estructura de la cubierta está constituida perfiles de acero IPE y por cartelas, con un ángulo del 20% que tienen un revestimiento de protección de lámina mineral o de roca, de densidad 150 Kg/m³, con una conductividad de 0,2 W/mK y un calor específico de 1200 J/KgK.

11.8.4.Recorrido de evacuación

La densidad de ocupación del establecimiento (P), se determina a partir del conocimiento del número de personas que ocupa cada zona.

De acuerdo a los datos laborales que se han estimado en relación a la ocupación del mismo.

La ocupación de personas en la nave es nula ya que solo accederán personas en caso de mantenimiento. Y esta actividad se realizara cada cierto tiempo.

El número de personas a acceder es 2 ya que al tratarse de una nave aislada no es seguro que acceda una sola persona a la instalación.

La ocupación se determina, según el apartado 6.1 del Anexo II perteneciente al RSCIEI:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100$$

$$P = 1,10 \cdot 2 = 2.2 \text{ personas}$$

Finalmente, como el valor obtenido de la expresión hay que redondearlo al entero inmediatamente superior obtenemos una ocupación total en el establecimiento: $P = 3$ personas (redondeamos hacia arriba ya que se trata de una medida de seguridad y es mejor prevenir).

La nave tiene una densidad de ocupación de 2 personas, que son las personas destinadas al mantenimiento de la instalación.

Dada la consideración de riesgo medio para el establecimiento y considerando su ocupación inferior a 25 personas, las longitudes máximas de los recorridos de evacuación, serán de 20 metros cuando exista una única salida o de 50 metros en el caso de existir salidas alternativas.

LONGITUD DEL RECORRIDO DE EVACUACIÓN SEGÚN EL NÚMERO DE SALIDAS		
RIESGO	1 Salida recorrido único	2 Salidas alternativas
Bajo	35 m	50 m
Medio	20 m	50 m
Alto	-	25 m

Tabla 36. Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas

Se entiende por recorrido de evacuación, según el Anejo SI A “Terminología” perteneciente al CTE DB-SI, el recorrido que conduce desde un origen de evacuación (todo punto ocupable) hasta una salida de planta, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una salida de edificio.

Conforme a ello, una vez alcanzada una salida de planta, la longitud del recorrido posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los recorridos de evacuación.

Se entiende por salida de edificio toda puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro.

Un espacio exterior seguro es aquel en el que se puede dar por finalizada la evacuación debido a que permite una amplia disipación del calor, del humo y de los gases

producidos por el incendio, además de la dispersión de los ocupantes en condiciones de seguridad.

11.8.4.1.Puertas

Las dimensiones de las 2 puertas de emergencia son de 1x2m, cumpliendo las dimensiones mínimas exigidas:

- La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0'60m ni exceder de 1'20m.

En los anexos podremos ver la puerta escogida.

11.8.4.2.Pasillos

El espacio entre la pared y el silo es 1 metro, cumpliéndose la anchura mínima exigida:

- 1 metro para pasillos previstos como recorrido de evacuación.


Por tanto, se cumple el dimensionado correcto de salidas y pasillos.

11.8.4.3.Señalización e iluminación

En relación a la señalización e iluminación, se desarrollarán para la evacuación los medios de iluminación y protección según lo establecido en el artículo 12 (apartados 12.1, 12.2 y 12.3) de la NBE-CPI /96 (derogada) y sus homólogos en el Código Técnico de la Edificación (apartado 6 “Señalización de los medios de evacuación” según la sección SI 3 y apartado 2 “Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios” según la sección SI 4:

- Las salidas de zonas y a exteriores se señalarán, como “SALIDA”, con las señales definidas por la norma UNE 23034:1988 (Artículo 7 del la sección SI 3 “Evacuación de ocupantes del CTEDB-SI).



- Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación, hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida o la señal que indica.
- 
- Las salidas exclusivas para uso en caso de emergencia se señalizarán como “SALIDA DE EMERGENCIA”, con las señales definidas por la norma UNE 23034:1988 (Artículo 7 del la sección SI 3 “Evacuación de ocupantes del CTE-DB-SI).
 - Las puertas que puedan generar confusión con las de salida se señalizarán con el indicativo “SIN SALIDA”.
 - Los medios de protección serán señalizados (pulsadores de alarma, extintores manuales y bocas de incendio equipadas con dimensiones mínimas de 210 x 210mm).
 - La iluminación de emergencia es precisa en los recorridos de evacuación, en los cuartos con equipos generales de protección y en especial de protección contra incendios.
 - Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23034:2003.
 - El número de señales será el imprescindible para satisfacer las condiciones que se establecen en el articulado, ya que un número excesivo de señales podría confundir a los ocupantes del establecimiento.
 - Igualmente se cumplirá lo dispuesto en el RD 486/1997 de 14 de abril.

11.8.4.4. Ventilación y eliminación de humos

En cumplimiento del Anexo II.7.1 del RSCIEI, la renovación del aire del interior de la nave se realizará de forma natural, sin necesidad de instalación de sistemas de ventilación de humos y gases por medios mecánicos.

La ventilación natural que precisa el establecimiento viene definida por la superficie aerodinámica exigida por el reglamento ($0'5\text{m}^2/150\text{ m}^2$). Por “Superficie aerodinámica” se entiende, según se define en la norma UNE 23 585, a la resultante de multiplicar la superficie neta del hueco practicado, en la cubierta o tabique, por un “coeficiente de descarga” (Siempre menor de 1,00, debido a las pérdidas por los mecanismos, lamas, compuerta, etc.), que debe facilitar el fabricante.

Puede verse en el apartado de cálculos, la superficie mínima libre necesaria desglosada por zonas.

Debido a la situación de la nave (tipo C) la medida que se adopta para la ventilación de la zona de almacenaje será la de renovar el aire caliente y viciado por medio de 2 exutorios de 2 lamas cada uno practicados en la cumbrera que comunicarán directamente con el exterior.

11.8.4.4.1. Calculo de ventilación y eliminación de humos

En cumplimiento del Anexo II.7.1 del RSCIEI la nave dispondrá de evacuación de humos, a través del cual, se ventilará y se eliminarán los gases y humos de la posible combustión del edificio industrial.

La superficie libre necesaria para el local que nos ocupa, dado que está compuesto por una zona de almacenaje con una superficie inferior a 1000m^2 , viene definida en el citado artículo a razón de $0,5\text{ m}^2$ de superficie de ventilación por cada 150 o fracción de superficie de local (superficie aerodinámica de $0'5\text{m}^2/150\text{ m}^2$).

En función de la superficie, se determinará la superficie de ventilación necesaria:

Almacenaje = Superficie: 336 m²

Superficie de ventilación mínima requerida:

$$336 \text{ m}^2 \cdot \frac{0,5}{150} = 1,12 \text{ m}^2$$

Se ha previsto la ventilación mediante exutorios, tal y como indica el RSCIEI:

“La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida; en tal caso, podrá ser forzada.”

Dado que el coeficiente de ventilación (Cv) proporcionado por el fabricante es 0.62, el hueco total para ventilación necesario practicado en la cubierta será:

$$\frac{1,12 \text{ m}^2}{0,62} = 1,81 \text{ m}^2$$

La sección útil de cada exutorio es de 1,145 m², por lo que se necesitan:

$$\frac{1,81 \text{ m}^2}{1,145 \text{ m}^2 / \text{exutorio}} = 1,58 \text{ exutorio}$$

La ventilación de la zona de almacenaje se conseguirá, por tanto, con 2 exutorios de 2 lamas cada uno practicados en la cumbrera que comunicarán directamente con el exterior.

11.9.Requisitos de instalaciones de protección contra incendios

El Anexo III del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales se corresponde con la Protección Activa Contra Incendios.

La Protección Activa Contra Incendios tiene como función específica la detección, control y extinción del incendio, a través de una lucha directa contra el mismo, y por tanto facilitar la evacuación.

Los sistemas de protección a instalar dependerán de la relación entre la tipología del edificio donde se encuentra el sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco del sector y la superficie del sector de incendio.

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios del establecimiento, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento, el mantenimiento y los instaladores y mantenedores que realicen las mismas, cumplirán el Reglamento de instalaciones de Protección contra Incendios (Real Decreto 1.942/1.993).

11.9.1.Sistemas automáticos de detección de incendio

Son sistemas que permiten detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas y puedan transmitir una señal de alarma de incendio a:

- Dispositivos de alarma de incendio visual o audiovisual.
- Servicio de bomberos, mediante un dispositivo de transmisión de alarma de incendio.
- Equipo automático de control o de lucha contra incendios, mediante un dispositivo de control de los sistemas automáticos de protección y de lucha contra incendios. Es una instalación que tiene por función activar una respuesta ante la iniciación de un incendio y avisar a las personas afectadas. Para ello se

transmite una señal desde el lugar donde se inicia el fuego, automáticamente mediante detectores, hasta la central de incendios.

- Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales en los que se desarrollen actividades de almacenamiento, su ubicación sea del tipo C, tengan un nivel de riesgo intrínseco medio y su superficie total construida sea 1000m² o superior. (Anexo III, apartado 3 del R. D. 2267/2004).



Es preceptiva la instalación en la nave de los sistemas automáticos de detección de incendios.

La descripción del sistema automático de detección escogido, el cálculo de los detectores necesarios y la instalación de los mismos, vienen detallados respectivamente en el apartado solución

Se aportarán certificados de comportamiento al fuego de todos los materiales utilizados en la obra, en documento final de obra.

11.9.2.Sistema de detección automático

Para realizar el diseño del sistema de detección se han tenido en cuenta los requisitos de la norma UNE 23007-14 y a título comparativo y consultivo la Regla técnica para las instalaciones de detección automática de incendios de CEPREVEN y Norma Tecnológica de la Edificación (norma que no es de obligado cumplimiento pero de gran aplicación en la práctica).

La cantidad de detectores de humo deberá determinarse de forma que la superficie vigilada de un detector no rebase los valores que se indican en la tabla siguiente.

A su vez, los detectores deberán distribuirse de forma tal que ningún punto del techo de la cubierta quede situado a una distancia horizontal de un detector superior a los valores D que se indican en la tabla.

Superficie del local en planta (m ²)	Altura del techo h (m)	Inclinación del techo					
		I < 20°		20° < I ≤ 45°		45° > I	
		A max (m ²)	D (m)	A max (m ²)	D (m)	A max (m ²)	D (m)
≤ 80	≤ 12	80	6,7	80	7,2	80	8
>80	≤ 6	60	5,8	60	7,2	60	9
	6 ≤ h	80	6,7	100	8	120	9,9
	≤ 12						

Tabla 37.Tabla de distancias para la colocación de detectores

La inclinación del techo de la nave (cubierta), respecto al plano horizontal es mucho menor que 20°:

$$I = 7.998^\circ$$

En zonas con superficie superior a 80m² se instalará como mínimo un detector cada 80m² si su altura está comprendida entre 6 y 12m, la distancia máxima entre detectores menor o igual a 6'7m.

La superficie de la nave en planta baja dedicada a almacenaje es de 336 m², luego se deberán instalar como mínimo (hay que cumplir también la distancia máxima desde cualquier punto de la cubierta hasta un detector de 6'7m):

$$\frac{336\text{m}^2}{80\text{m}^2/\text{detectores}} = 4,2 = 5 \text{ detectores}$$

Se deberán instalar (cumpliendo la distancia máxima uno de ellos de 6'7 m.

11.9.3.Sistema de bocas de incendio equipadas (BIE)

Según el artículo 9 del Anexo III del R. D. 2267/2004, se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:

- Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.

Actividades de almacenamiento si:

- Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 150 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.

- Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.

Nuestro almacén es de tipo C y su nivel de riesgo intrínseco es medio, con una superficie de 336 m².

De esta manera no es necesario instalar BIE.

12. PRESUPUESTOS

12.1.Presupuesto nave industrial

12.1.1.Movimientos de tierras

Designación	Descripción	Unidades	Precio unidad €	Importe
I.1	Limpieza y nivelación del solar	336 m2	0,12 €/m2	40,32 €
I.2	Excavación mecánica a cielo abierto de pozos de cimentación, incluida la extracción de tierras	44,53 m3	8,6 €/m3	382,99 €
I.3	Excavación mecánica a cielo abierto de cimentaciones de vallado de cierre del recinto			
I.4	Excavación mecánica a cielo abierto de cimentaciones exteriores de naves (riostros)	7,088 m3	8,6 €/m3	60,96 €
TOTAL				484,27 €

12.1.2.Cimentaciones

Designación	Descripción	Unidades	Precio unidad €	Importe
I.5	Relleno de las zapatas de los pilares con hormigón HA-25-B-lia según cuantía de 25 Kg/m3	44,53 m3	104 €/m3	4.631,54 €
I.6	Relleno de riostras entra las zapatas de los pilares donde se apoyan las paredes de cierre, con hormigón HA-25-B-lia y en cuantía de 20 Kg/m3	7,088 m3	104 €/m3	737,15 €
I.7	Relleno de las bases de las vallas de cierre			
TOTAL				5.368,69 €

12.1.3.Estructura

Designación	Descripción	Unidades	Precio unidad €	Importe
I.8	Perfil ZF-180x2.5 de las correas de cubierta (21 m x 6 x 36,9 kg/m)	4.649,4 kg	0,7 €/kg	3.254,58 €
I.9	Perfil ZF-160x2.5 de las correas laterales (74 m x 6 x 34,55 kg/m)	15.340,2 kg	0,7 €/kg	10.738,14 €
I.10	Perfil HE 120 B	854,08 kg	0,7 €/kg	597,86 €
I.11	Perfil HE 160 B	2.728,03 kg	0,7 €/kg	1.909,62 €
I.12	Perfil HE 200 B	2.100,31 kg	0,7 €/kg	1.470,22 €
I.13	IPE 270	4.163,05 kg	0,7 €/kg	2.914,14 €
I.14	SHS 70 x 5	1.261,35 kg	0,7 €/kg	882,95 €
I.15	Redondos Ø 20	538,16 kg	0,7 €/kg	376,71 €
TOTAL				22.144,22 €

12.1.4.Cubiertas y laterales

Designación	Descripción	Unidades	Precio unidad €	Importe
I.16	Suministro y colocación de cubierta de panel sándwich de 100 mm de espesor, incluyendo elementos de fijación	336 m2	18,90 €/m2	6.350,40 €
I.17	Suministro y colocación de los exutorios	2	118,86 €/un	237,72 €
I.18	Suministro y colocación de las paredes laterales de panel sándwich de 100 mm de espesor, incluyendo elementos de fijación	592 m2	17,80 €/m2	10.537,60 €
I.19	Suministro y colocación	16	38,56 €/un	616,96 €
TOTAL				17.742,68 €

12.1.5. Presupuesto total nave industrial

1. Movimiento de tierras.....	484,27 €
2. Cimentaciones.....	5.368,69 €
3. Estructura.....	22.144,22 €
4. Cubiertas laterales.....	17.742,68 €
TOTAL.....	45.739,86 €

12.2.Presupuesto Silo

12.2.1.Movimientos de tierras

Designación	Descripción	Unidades	Precio unidad €	Importe
I.20	Limpieza y nivelación del solar			
I.21	Excavación mecánica a cielo abierto de pozos de cimentación, incluida la extracción de tierras	6,048 m3	8,6 €/m3	52,02 €
I.22	Excavación mecánica a cielo abierto de cimentaciones de vallado de cierre del recinto			0 €
I.23	Excavación mecánica a cielo abierto de cimentaciones exteriores del silo (riostras)	15,42 m3	8,6 €/m3	132,65 €
TOTAL				184,67 €

12.2.2.Cimentaciones

Designación	Descripción	Unidades	Precio unidad €	Importe
I.24	Relleno de las zapatas de los pilares con hormigón HA-25-B-lia según cuantía de 25 Kg/m3	6,048 m3	104 €/m3	628,99 €
I.25	Relleno de riostras entra las zapatas de los pilares donde se apoyan las paredes de cierre, con hormigón HA-25-B-lia y en cuantía de 20 Kg/m3	15,42 m3	104 €/m3	1.604,09 €
I.26	Relleno de las bases de las vallas de cierre			
TOTAL				2.233,08 €

12.2.3.Estructura

Designación	Descripción	Unidades	Precio unidad €	Importe
I.27	SHS 40 x 3	4134,72 kg	0,7 €/kg	2.894,30 €
I.28	SHS 40 x 4	1827,22 kg	0,7 €/kg	1.279,05 €
I.29	SHS 30 x 3	50,07 kg	0,7 €/kg	35,05 €
TOTAL				4.208,40 €

12.2.4.Cerramientos

Designación	Descripción	Unidades	Precio unidad €	Importe
I.30	chapa de 1 mm	6714,57 m3	0,7 €/kg	4.700,20 €
TOTAL				4.700,20 €

12.2.5.Presupuesto total Silo

1. Movimiento de tierras.....	184,67 €
2. Cimentaciones.....	2.233,08 €
3. Estructura.....	4.208,40 €
4. Cerramientos.....	4.700,20 €
TOTAL.....	11.326,35 €

12.3.Presupuesto total del proyecto

1. Nave.....	45.739,86 €
2. Silo.....	11.326,35 €
Total sin IVA	57.066,21 €
3. IVA 18%	10.271,92 €
Total con IVA	67.338,13 €

13. CONCLUSIONES

Con la estrategia del departamento de Marketing, la empresa no sólo intenta lograr frenar la pérdida de mercado, tanto en volumen como en valor, que están sufriendo sus productos en base de hipoclorito en los últimos 3 años, si no que intenta cambiar la tendencia y empezar a crecer con una previsión de ventas para el año 2011 que les sitúa por encima de las ventas del año 2008.

El departamento de Ingeniería logra dar una solución técnica, con la construcción de silos para almacenar las botellas, que logra que el envasado siga funcionando a las mismas eficiencias, logrando con ésta solución 2 objetivos:

- No incrementar los costes.
- No tener que realizar una fuerte inversión en la compra de sopladoras para incrementar la capacidad de soplado.

Desde mi punto de vista, éste proyecto me ha servido para realizar un amplio recorrido por toda la organización productiva de la fábrica y tener una visión más global de la empresa.

14. BIBLIOGRAFIA

- CypeCad manual del usuario; Versión 2010.1k.; Cype ingenieros
- José Calavera Ruiz. Calculo de estructuras de cimentación, Instituto Técnico de Materiales y construcciones, 1991
- Código Técnico de la edificación, actualizado a Febrero 2008. Texto modificado por RD 1371/2007 del 19 de Octubre (BOE 23/10/2007)
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, RD 2287/2004 del 17 de Diciembre
- Paquete informático CYPE ingenieros, SA
- <http://www.construred.com>

15. ANEJOS

15.1. Planos

- P-01. Situación
- P-02. Estructura de la nave
- P-03. Despieze zapatas y vigas de atado de la nave
- P-04. Placas de anclaje de la nave
- P-05. Cimentación de la nave
- P-06. Estructura silo
- P-07. Despieze zapatas y vigas de atado del silo
- P-08. Placas de anclaje del silo
- P-09. Cimentación del silo
- P-10. Nave industrial
- P-11. Cimentación

15.2. Catálogos

- Salvador Escoda características de exutorios
- Panel sándwich paredes
- Panel sándwich cubierta
- Maquimetal Aceros Inoxidables.
- Sistemas de Puertas

15.3. Estudio geotécnico

15.4. Datos de obra de la nave

15.5. Estructura de la nave

15.6. Cimentaciones de la nave

15.7. Datos de obra del silo

15.8. Estructura del silo

15.9. Cimentaciones del silo